

551.525

SAP

P

u.

i

**PENGARUH ORIENTASI BANGUNAN TERHADAP
PENURUNAN PANAS PADA RUMAH TINGGAL DI
PERUMAHAN WONOREJO SURAKARTA**



TESIS

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Mencapai derajat sarjana S-2

Magister Teknik Arsitektur

Handoko Ony Saputra
L.4B001220

**PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

**Agustus
2004**

TESIS**PENGARUH ORIENTASI BANGUNAN TERHADAP
PENURUNAN PANAS PADA RUMAH TINGGAL DI
PERUMAHAN WONOREJO SURAKARTA**

Disusun oleh :

Handoko Ony Saputra
L.4B001220

Telah dipertahankan di depan tim penguji
Pada tanggal 18 Agustus 2004
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

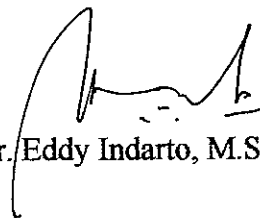
Menyetujui,
Komisi Pembimbing

Pembimbing Utama

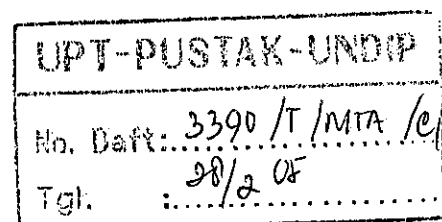


Dr. Drs. Wahyu Setiabudi, MS

Pembimbing Kedua



Ir. Eddy Indarto, M.Si



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan di dalamnya tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan lembaga pendidikan lainnya. Pengetahuan yang diperoleh dari hasil penerbitan maupun yang belum/tidak diterbitkan, sumbernya dijelaskan di dalam tulisan dan daftar pustaka

Semarang, 18 Agustus 2004



Handoko Ony Saputra
L.4B001220

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmatnya sehingga penulis bisa menyelesaikan penyusunan tesis ini dengan judul **“PENGARUH ORIENTASI BANGUNAN TERHADAP PENURUNAN PANAS PADA RUMAH TINGGAL DI PERUMAHAN WONOREJO SURAKARTA”**

Tesis ini berisi tentang latar belakang, permasalahan, tujuan penelitian, manfaat penelitian, lingkup penelitian, hipotesa, tinjauan umum dan khusus perumahan wonorejo surakarta, kajian pustaka, metode penelitian, analisa, kesimpulan dan rekomendasi. Dalam menyusun dan menyelesaikan tesis ini penyusun menyadari bahwa dalam penyusunannya tidak terlepas dari bantuan, bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis berterima kasih kepada :

1. DR. Drs. Wahyu Setiabudi, MS selaku pembimbing 1.
2. Ir. Eddy Indarto, MSi selaku pembimbing 2.
3. Papa, Mama, dan adik-adik yang telah memberikan dukungan dan doanya.
4. Nova dan keluarga yang telah memberikan dukungan dan doanya.
5. Teman-teman semua yang turut memberikan dukungan dan doanya.
6. serta semua pihak yang telah membantu hingga terselesainya tesis ini.

Akhir kata penulis mengharapkan agar tesis ini dapat bermanfaat bagi mereka yang memerlukan, dan jika terdapat kesalahan di dalam penyusunan dan penulisan tesis ini baik sengaja maupun tidak disengaja penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya.

Semarang, 18 Agustus 2004



Handoko Ony Saputra
L.4B001220

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| KATA PENGANTAR | iii |
| PERNYATAAN | iv |
| DAFTAR ISI | v |
| DAFTAR TABEL | vii |
| DAFTAR GRAFIK | ix |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xii |
| ABSTRAK | xvii |
| ABSTRACT | xviii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| I.1 Latar Belakang | 1 |
| I.2 Permasalahan | 2 |
| I.3 Tujuan Penelitian | 3 |
| I.4 Manfaat Penelitian | 3 |
| I.5 Lingkup penelitian | 3 |
| I.6 Hipotesis | 4 |
| BAB II TINJAUAN PERUMAHAN WONOREJO SURAKARTA | 5 |
| II.1 Tinjauan Umum | 5 |
| II.2 Tinjauan Khusus | 6 |
| BAB III KAJIAN PUSTAKA | 12 |
| III.1 Pengaruh Iklim Terhadap Arsitektur | 12 |
| III.2 Arsitektur Tropis Indonesia | 13 |
| III.3 Ciri-ciri Arsitektur Tropis Lembab | 15 |
| III.3.1 Ciri Iklim Tropis Lembab | 15 |
| III.3.2 Kriteria Perencanaan Pada Iklim Tropis Lembab | 17 |
| III.3.2.1 Kenyamanan Thermal | 18 |
| III.3.2.2 Aliran Udara Melalui Bangunan | 19 |
| III.3.2.3 Radiasi Panas | 20 |
| III.3.2.4 Penerangan Alami Pada Siang Hari | 20 |
| III.3.3 Durasi Sinar Matahari | 22 |
| III.3.3.1 Durasi, Intensitas Radiasi dan Sudut Jatuh | 23 |
| III.3.3.2 Kesilauan | 24 |
| III.3.3.3 Temperatur | 24 |
| III.3.3.4 Presipitasi (Curah Hujan) | 25 |
| III.3.3.5 Kelembaban Udara | 26 |
| III.3.3.6 Gerakan Udara | 26 |
| III.4 Rasa Nyaman dan Kenyamanan | 30 |

| | |
|---|-----|
| III.5 Perpindahan Panas | 31 |
| III.6 Perpindahan Panas Secara Konduksi | 32 |
| III.7 Perpindahan Panas Secara Konveksi | 33 |
| III.8 Perpindahan Panas Secara Radiasi | 34 |
| III.9 Pengaruh Orisntasi Bangunan Terhadap Kenyamanan | 34 |
| III.10 Orientasi Bangunan | 35 |
| III.11 Arsitektur Tropis | 35 |
| III.12 Rumah | 43 |
| III.13 hipotesa | 45 |
| BAB IV METODE PENELITIAN | 46 |
| IV.1 Variabel Penelitian | 46 |
| IV.2 Lokasi Penelitian | 48 |
| IV.3 Sumber Data | 48 |
| IV.4 Cara Pencarian Data | 49 |
| IV.5 Langkah Kerja | 50 |
| IV.6 Perhitungan | 51 |
| IV.7 Alat-Alat Penelitian | 51 |
| IV.8 Analisa | 52 |
| BAB V ANALISA | 53 |
| V.1 Pengukuran Pada Masing-Masing Arah Orientasi untuk Rumah Type 21/72 | 53 |
| V.2 Pengukuran Pada Masing-Masing Arah Orientasi Untuk Rumah Type 36/98 | 82 |
| V.3 Pengukuran Pada Masing-Masing Arah Orientasi Untuk Rumah Type 45/135 | 93 |
| BAB VI KEISMPULAN DAN REKOMENDASI..... | 106 |
| VI.1 Kesimpulan | 106 |
| VI.2 Rekomendasi..... | 107 |
| DAFTAR PUSTAKA | 108 |
| LAMPIRAN | 109 |

DAFTAR TABEL

Type 21/72.

| | |
|---|----|
| Tabel 01 : Arah Orientasi Timur Laut (T.Kiri) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 55 |
| Tabel 02 : Arah Orientasi Timur Laut (T.Tengah) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 56 |
| Tabel 03 : Arah Orientasi Timur Laut (T.Kanan) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 58 |
| Tabel 04 : Arah Orientasi Timur Laut (T.Kanan) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 60 |
| Tabel 05 : Arah Orientasi Timur Laut (T.Kanan) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 61 |
| Tabel 06 : Arah Orientasi Barat Daya (T.Kiri) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 63 |
| Tabel 07 : Arah Orientasi Barat Daya (T.Kiri) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 65 |
| Tabel 08 : Arah Orientasi Barat Daya (T.Kiri) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 66 |
| Tabel 09 : Arah Orientasi Barat Daya (T.Tengah) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 68 |
| Tabel 10 : Arah Orientasi Barat Daya (T.Tengah) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 70 |
| Tabel 11 : Arah Orientasi Barat Daya (T.Tengah) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 71 |
| Tabel 12 : Arah Orientasi Barat Daya (T.Kanan) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 73 |
| Tabel 13 : Arah Orientasi Barat (T.Kiri) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 75 |
| Tabel 14 : Arah Orientasi Barat (T.Kiri) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 76 |
| Tabel 15 : Arah Orientasi Barat (T.Tengah) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 78 |
| Tabel 16 : Arah Orientasi Barat (T.Tengah) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 80 |
| Tabel 17 : Arah Orientasi Barat Laut (T.Kanan) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 81 |

Type 36/98.

| | |
|--|----|
| Tabel 01 : Arah Orientasi Utara (T.Kiri) Type 36/98 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 83 |
|--|----|

| | |
|--|----|
| Tabel 02 : Arah Orientasi Utara (T.Tengah Kiri) Type 36/98 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 85 |
| Tabel 03 : Arah Orientasi Utara (T.Tengah Kanan) Type 36/98 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 86 |
| Tabel 04 : Arah Orientasi Utara (T.Kanan) Type 36/98 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 88 |
| Tabel 05 : Arah Orientasi Selatan (T.Kiri) Type 36/98 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 90 |
| Tabel 06 : Arah Orientasi Selatan (T.Tengah) Type 36/98 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 91 |
| Tabel 07 : Arah Orientasi Selatan (T.Kanan) Type 36/98 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 93 |

Type 45/135.

| | |
|---|-----|
| Tabel 01 : Arah Orientasi Utara (T.Kiri) Type 45/135 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 95 |
| Tabel 02 : Arah Orientasi Utara (T.Kanan) Type 45/135 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 96 |
| Tabel 03 : Arah Orientasi Selatan (T.Kiri) Type 45/135 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 98 |
| Tabel 04 : Arah Orientasi Selatan (T.Kiri) Type 45/135 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 100 |

DAFTAR GRAFIK

Type 21/72.

| | |
|--|----|
| Grafik 01 : Arah Orientasi Timur Laut (T.Kiri) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 54 |
| Grafik 02 : Arah Orientasi Timur Laut (T.Tengah) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 55 |
| Grafik 03 : Arah Orientasi Timur Laut (T.Kanan) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 57 |
| Grafik 04 : Arah Orientasi Timur Laut (T.Kanan) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 59 |
| Grafik 05 : Arah Orientasi Timur Laut (T.Kanan) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 60 |
| Grafik 06 : Arah Orientasi Barat Daya (T.Kiri) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 62 |
| Grafik 07 : Arah Orientasi Barat Daya (T.Kiri) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 64 |
| Grafik 08 : Arah Orientasi Barat Daya (T.Kiri) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 65 |
| Grafik 09 : Arah Orientasi Barat Daya (T.Tengah) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 67 |
| Grafik 10 : Arah Orientasi Barat Daya (T.Tengah) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 69 |
| Grafik 11 : Arah Orientasi Barat Daya (T.Tengah) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 70 |
| Grafik 12 : Arah Orientasi Barat Daya (T.Kanan) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 72 |
| Grafik 13 : Arah Orientasi Barat (T.Kiri) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 74 |
| Grafik 14 : Arah Orientasi Barat (T.Kiri) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 75 |
| Grafik 15 : Arah Orientasi Barat (T.Tengah) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 77 |
| Grafik 16 : Arah Orientasi Barat (T.Tengah) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 79 |
| Grafik 17 : Arah Orientasi Barat Laut (T.Kanan) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 80 |

Type 36/98.

| | |
|---|----|
| Grafik 01 : Arah Orientasi Utara (T.Kiri) Type 36/98 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 82 |
|---|----|

| | |
|---|----|
| Grafik 02 : Arah Orientasi Utara (T.Tengah Kiri) Type 36/98 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 84 |
| Grafik 03 : Arah Orientasi Utara (T.Tengah Kanan) Type 36/98 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 85 |
| Grafik 04 : Arah Orientasi Utara (T.Kanan) Type 36/98 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 87 |
| Grafik 05 : Arah Orientasi Selatan (T.Kiri) Type 36/98 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 89 |
| Grafik 06 : Arah Orientasi Selatan (T.Tengah) Type 36/98 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 90 |
| Grafik 07 : Arah Orientasi Selatan (T.Kanan) Type 36/98 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 92 |

Type 45/135.

| | |
|--|----|
| Grafik 01 : Arah Orientasi Utara (T.Kiri) Type 45/135 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 94 |
| Grafik 02 : Arah Orientasi Utara (T.Kanan) Type 45/135 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 95 |
| Grafik 03 : Arah Orientasi Selatan (T.Kiri) Type 45/135 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 97 |
| Grafik 04 : Arah Orientasi Selatan (T.Kiri) Type 45/135 (Kosong) Hari Ke 1 (9 April 2003) | 99 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 01 : Peta Surakarta | 6 |
| Gambar 02 : Peta Wonorejo Surakarta | 7 |
| Gambar 03 : Macam-Macam Arah Orientasi Bangunan yang Ada di Perumahan Wonorejo | 8 |
| Gamabr 04 : Denah, Tampak, Potongan Rumah Type 21/72 | 9 |
| Gambar 05 : Denah, Tampak, Potongan Rumah Type 36/98 | 10 |
| Gambar 06 : Denah, Tampak, Potongan Rumah Type 45/135 | 11 |
| Gambar 07 : Perkembangan Evolusi Kebudayaan | 13 |
| Gambar 08 : Aliran Udara dalam Bangunan | 19 |
| Gambar 09 : Radiasi Sinar Matahari | 23 |
| Gambar 10 : Tingkat Kecepatan Angin di Permukaan Bumi dan Tempat Ketinggian | 27 |
| Gamabr 11 : Gerakan Udara Antara Barisan Rumah yang Rapat dan Sejajar | 27 |
| Gambar 12 : Desain Pola Bangunan yang Memanfaatkan Pergerakan Angin untuk Ventilasi di dalam Bangunan | 28 |
| Gambar 13 : Desain Pola Bangunan yang Menghambat Pergerakan Angin untuk Daerah Beriklim <i>Cold-Dry</i> dan <i>Hot Dry</i> | 29 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|-----|
| Lampiran 01 : Arah Orientasi Timur Laut (T.Kiri & T.Tengah) Type 21/72 (Kosong) Hari I (9 April 2003) | 109 |
| Lampiran 02 : Arah Orientasi Timur Laut (T.Kanan) Type 21/72 (Kosong) Hari I (9 April 2003) | 110 |
| Lampiran 03 : Arah Orientasi Timur Laut (T.Kanan) & Arah Orientasi Barat Daya (T.Kiri) Type 21/72 (Kosong) Hari I (9 April 2003) | 111 |
| Lampiran 04 : Arah Orientasi Barat Daya (T.Kiri) Type 21/72 (Kosong) Hari I (9 April 2003) | 112 |
| Lampiran 05 : Arah Orientasi Barat Daya (T.Tengah) Type 21/72 (Kosong) Hari I (9 April 2003) | 113 |
| Lampiran 06 : Arah Orientasi Barat Daya (T.Tengah) & Arah Orientasi Barat Daya (T.Kanan) Type 21/72 (Kosong) Hari I (9 April 2003) | 114 |
| Lampiran 07 : Arah Orientasi Barat (T.Kiri) Type 21/72 (Kosong) Hari I (9 April 2003) | 115 |
| Lampiran 08 : Arah Orientasi Barat (T.Tengah) Type 21/72 (Kosong) Hari I (9 April 2003) | 116 |
| Lampiran 09 : Arah Orientasi Barat Laut (T.Kanan) Type 21/72 (Kosong) & Arah Orientasi Utara (T.Kiri) Type 36/98 (Kosong) Hari I (9 April 2003) | 117 |
| Lampiran 10 : Arah Orientasi Utara (T.Tengah Kiri & T.Tengah Kanan) Type 36/98 (Kosong) Hari I (9 April 2003) | 118 |
| Lampiran 11 : Arah Orientasi Utara (T.Kanan) & Arah Orientasi Selatan (T.Kiri) Type 36/98 (Kosong) Hari I (9 April 2003) | 119 |
| Lampiran 12 : Arah Orientasi Selatan (T.Tengah & T.Kanan) Type 36/98 (Kosong) Hari I (9 April 2003) | 120 |
| Lampiran 13 : Arah Orientasi Utara (T.Kiri) Type 45/135 (Kosong) Hari I (9 April 2003) | 121 |
| Lampiran 14 : Arah Orientasi Selatan (T.Kiri) Type 45/135 (Kosong) Hari I (9 April 2003) | 122 |
| Lampiran 15 : Arah Orientasi Timur Laut (T.Kiri & T.Tengah) Type 21/72 (Kosong) Hari II (10 April 2003) | 123 |
| Lampiran 16 : Arah Orientasi Timur Laut (T.Kiri & T.Tengah) Type 21/72 (Kosong) Hari II (10 April 2003) | 124 |
| Lampiran 17 : Arah Orientasi Timur Laut (T.Kanan) & Arah Orientasi Barat Daya (T.Kanan) Type 21/72 (Kosong) Hari II (10 April 2003) | 125 |
| Lampiran 18 : Arah Orientasi Barat Daya (T.Kiri & T.Tengah) Type 21/72 (Kosong) Hari II (10 April 2003) | 126 |
| Lampiran 19 : Arah Orientasi Barat Laut (T.Kanan) Type 21/72 (Kosong) & Arah Orientasi Utara (T.Kanan) Type 45/135 Hari II (10 April 2003)..... | 127 |

| | |
|---|-----|
| Lampiran 20 : Arah Orientasi Utara (T.Kiri) & Arah Orientasi Selatan (T.Kiri) Type 45/135 (Kosong) Hari II (10 April 2003) | 128 |
| Lampiran 21 : Arah Orientasi Selatan (T.Kanan & T.Tengah) Type 36/98 (Kosong) Hari II (10 April 2003) | 129 |
| Lampiran 22 : Arah Orientasi Utara (T.Kiri & T.Tengah) Type 36/98 (Kosong) Hari II (10 April 2003) | 130 |
| Lampiran 23 : Arah Orientasi Utara (T.Tengah Kanan & T.Kanan) Type 36/98 (Kosong) Hari II (10 April 2003) | 131 |
| Lampiran 24 : Arah Orientasi Utara (T.Kiri & T.Tengah) Type 21/72 (Dihuni) Hari I (9 April 2003) | 132 |
| Lampiran 25 : Arah Orientasi Utara (T.Kanan) & Arah Orientasi Timur Laut (T.Kiri) Type 21/72 (Dihuni) Hari I (9 April 2003) | 133 |
| Lampiran 26 : Arah Orientasi Timur Laut (T.Tengah) & Arah Orientasi Tenggara (T.Kiri) Type 21/72 (Dihuni) Hari I (9 April 2003) | 134 |
| Lampiran 27 : Arah Orientasi Selatan (T.Kiri & T.Tengah) Type 21/72 (Dihuni) Hari I (9 April 2003) | 135 |
| Lampiran 28 : Arah Orientasi Selatan (T.Kanan) & Arah Orientasi Barat Laut (T.Kiri) Type 21/72 (Dihuni) Hari I (9 April 2003) | 136 |
| Lampiran 29 : Arah Orientasi Utara (T.Kiri & T.Tengah) Type 21/72 (Dihuni) Hari II (10 April 2003) | 137 |
| Lampiran 30 : Arah Orientasi Utara (T.Kanan) & Arah Orientasi Timur Laut (T.Kiri) Type 21/72 (Dihuni) Hari II (10 April 2003) | 138 |
| Lampiran 31 : Arah Orientasi Timur Laut (T.Tengah) & Arah Orientasi Tenggara (T.Kiri) Type 21/72 (Dihuni) Hari II (10 April 2003) | 139 |
| Lampiran 32 : Arah Orientasi Selatan (T.Kiri & T.Tengah) Type 21/72 (Dihuni) Hari II (10 April 2003) | 140 |
| Lampiran 33 : Arah Orientasi Selatan (T.Kanan) & Arah Orientasi Barat Laut (T.Kiri) Type 21/72 (Dihuni) Hari II (10 April 2003) | 141 |
| Lampiran 34 : Arah Orientasi Timur Laut (T.Kiri, T.Tengah & T.Kanan) Type 36/98 (Dihuni) Hari I (9 April 2003) | 142 |
| Lampiran 35 : Arah Orientasi Barat Daya (T.Kiri, T.Tengah & T.Kanan) Type 36/98 (Dihuni) Hari I (9 April 2003) | 143 |
| Lampiran 36 : Arah Orientasi Timur Laut (T.Kiri, T.Tengah & T.Kanan) Type 36/98 (Dihuni) Hari II (10 April 2003) | 144 |
| Lampiran 37 : Arah Orientasi Barat Daya (T.Kiri, T.Tengah & T.Kanan) Type 36/98 (Dihuni) Hari II (10 April 2003) | 145 |
| Lampiran 38 : Arah Orientasi Selatan (T.Kanan) Type 45/135 (Dihuni) Hari I (9 April 2003) | 146 |
| Lampiran 39 : Site Plan Rumah Type 21/72 Arah Orientasi Timur Laut | 147 |
| Lampiran 40 : Menghitung Sudut Jatuh Cahaya Matahari Arah Orientasi Timur Laut Dinding Sisi Barat Laut | 148 |
| Lampiran 41 : Menghitung Sudut Jatuh Cahaya Matahari Arah Orientasi Timur Laut Dinding Sisi Barat Daya | 149 |

| | |
|---|-----|
| Lampiran 42 : Pola Pembayangan Arah Orientasi Timur Laut Dinding Sisi Barat Daya Pukul 14.00 & Pukul 16.00 Rumah Type 21/72..... | 150 |
| Lampiran 43 : Pola Pembayangan Arah Orientasi Timur Laut Dinding Sisi Barat Laut Pukul 14.00 & Pukul 16.00 Rumah Type 21/72..... | 151 |
| Lampiran 44 : Site Plan Rumah Type 21/72 Arah Orientasi Barat Daya..... | 152 |
| Lampiran 45 : Menghitung Sudut Jatuh Cahaya Matahari Arah Orientasi Barat Daya Dinding Sisi Barat Laut..... | 153 |
| Lampiran 46 : Menghitung Sudut Jatuh Cahaya Matahari Arah Orientasi Barat Daya Dinding Sisi Barat Daya..... | 154 |
| Lampiran 47 : Pola Pembayangan Arah Orientasi Barat Daya Dinding Sisi Barat Daya Pukul 14.00 & Pukul 16.00 Rumah Type 21/72..... | 155 |
| Lampiran 48 : Pola Pembayangan Arah Orientasi Barat Daya Dinding Sisi Barat Laut Pukul 14.00 & Pukul 16.00 Rumah Type 21/72..... | 156 |
| Lampiran 49 : Site Plan Rumah Type 21/72 Arah Orientasi Barat | 157 |
| Lampiran 50 : Menghitung Sudut Jatuh Cahaya Matahari Arah Orientasi Barat Dinding Sisi Barat | 158 |
| Lampiran 51 : Menghitung Sudut Jatuh Cahaya Matahari Arah Orientasi Barat Dinding Sisi Utara..... | 159 |
| Lampiran 52 : Pola Pembayangan Arah Orientasi Barat Daya Dinding Sisi Barat Pukul 14.00 & Pukul 16.00 Rumah Type 21/72..... | 160 |
| Lampiran 53 : Pola Pembayangan Arah Orientasi Barat Daya Dinding Sisi Utara Pukul 14.00 & Pukul 16.00 Rumah Type 21/72..... | 161 |
| Lampiran 54 : Site Plan Rumah Type 21/72 Arah Orientasi Barat Laut..... | 162 |
| Lampiran 55 : Menghitung Sudut Jatuh Cahaya Matahari Arah Orientasi Barat Laut Dinding Sisi Barat Laut..... | 163 |
| Lampiran 56 : Menghitung Sudut Jatuh Cahaya Matahari Arah Orientasi Barat Laut Dinding Sisi Barat Daya..... | 164 |
| Lampiran 57 : Pola Pembayangan Arah Orientasi Barat Laut Dinding Sisi Barat Laut Pukul 14.00 & Pukul 16.00 Rumah Type 21/72..... | 165 |
| Lampiran 58 : Pola Pembayangan Arah Orientasi Barat LAut Dinding Sisi Barat Daya Pukul 14.00 & Pukul 16.00 Rumah Type 21/72..... | 166 |
| Lampiran 59 : Site Plan Rumah Type 36/98 Arah Orientasi Utara..... | 167 |
| Lampiran 60 : Menghitung Sudut Jatuh Cahaya Matahari Arah Orientasi Utara Dinding Sisi Utara..... | 168 |
| Lampiran 61 : Menghitung Sudut Jatuh Cahaya Matahari Arah Orientasi Utara Dinding Sisi Barat | 169 |
| Lampiran 62 : Pola Pembayangan Arah Orientasi Utara Dinding Sisi Utara Pukul 14.00 & Pukul 16.00 Rumah Type 36/98..... | 170 |
| Lampiran 63 : Pola Pembayangan Arah Orientasi Utara Dinding Sisi Barat Pukul 14.00 & Pukul 16.00 Rumah Type 36/98..... | 171 |
| Lampiran 64 : Site Plan Rumah Type 36/98 Arah Orientasi Utara..... | 172 |
| Lampiran 65 : Menghitung Sudut Jatuh Cahaya Matahari Arah Orientasi Utara Dinding Sisi Utara..... | 173 |

| | |
|---|-----|
| Lampiran 66 : Menghitung Sudut Jatuh Cahaya Matahari Arah Orientasi Utara Dinding Sisi Barat | 174 |
| Lampiran 67 : Pola Pembayangan Arah Orientasi Utara Dinding Sisi Utara Pukul 14.00 & Pukul 16.00 Rumah Type 36/98..... | 175 |
| Lampiran 68 : Pola Pembayangan Arah Orientasi Utara Dinding Sisi Barat Pukul 14.00 & Pukul 16.00 Rumah Type 36/98..... | 176 |
| Lampiran 69 : Site Plan Rumah Type 36/98 Arah Orientasi Selatan | 177 |
| Lampiran 70 : Menghitung Sudut Jatuh Cahaya Matahari Arah Orientasi Selatan Dinding Sisi Utara | 178 |
| Lampiran 71 : Menghitung Sudut Jatuh Cahaya Matahari Arah Orientasi Selatan Dinding Sisi Barat | 179 |
| Lampiran 72 : Pola Pembayangan Arah Orientasi Selatan Dinding Sisi Utara Pukul 14.00 & Pukul 16.00 Rumah Type 36/98..... | 180 |
| Lampiran 73 : Pola Pembayangan Arah Orientasi Selatan Dinding Sisi Barat Pukul 14.00 & Pukul 16.00 Rumah Type 36/98..... | 181 |
| Lampiran 74 : Site Plan Rumah Type 36/98 Arah Orientasi Selatan | 182 |
| Lampiran 75 : Menghitung Sudut Jatuh Cahaya Matahari Arah Orientasi Selatan Dinding Sisi Utara | 183 |
| Lampiran 76 : Menghitung Sudut Jatuh Cahaya Matahari Arah Orientasi Selatan Dinding Sisi Barat | 184 |
| Lampiran 77 : Pola Pembayangan Arah Orientasi Selatan Dinding Sisi Utara Pukul 14.00 & Pukul 16.00 Rumah Type 36.98..... | 185 |
| Lampiran 78 : Pola Pembayangan Arah Orientasi Selatan Dinding Sisi Barat Pukul 14.00 & Pukul 16.00 Rumah Type 36/98..... | 186 |
| Lampiran 79 : Site Plan Rumah Type 45/135 Arah Orientasi Utara | 187 |
| Lampiran 80 : Menghitung Sudut Jatuh Cahaya Matahari Arah Orientasi Utara Dinding Sisi Utara | 188 |
| Lampiran 81 : Menghitung Sudut Jatuh Cahaya Matahari Arah Orientasi Utara Dinding Sisi Barat | 189 |
| Lampiran 82 : Pola Pembayangan Arah Orientasi Utara Dinding Sisi Utara Pukul 14.00 & Pukul 16.00 Rumah Type 45/135..... | 190 |
| Lampiran 83 : Pola Pembayangan Arah Orientasi Utara Dinding Sisi Barat Pukul 14.00 & Pukul 16.00 Rumah Type 45/135..... | 191 |
| Lampiran 84 : Site Plan Rumah Type 45/135 Arah Orientasi Utara | 192 |
| Lampiran 85 : Menghitung Sudut Jatuh Cahaya Matahari Arah Orientasi Utara Dinding Sisi Utara | 193 |
| Lampiran 86 : Menghitung Sudut Jatuh Cahaya Matahari Arah Orientasi Utara Dinding Sisi Barat | 194 |
| Lampiran 87 : Pola Pembayangan Arah Orientasi Utara Dinding Sisi Utara Pukul 14.00 & Pukul 16.00 Rumah Type 45/135..... | 195 |
| Lampiran 88 : Pola Pembayangan Arah Orientasi Utara Dinding Sisi Barat Pukul 14.00 & Pukul 16.00 Rumah Type 45/135..... | 196 |
| Lampiran 89 : Site Plan Rumah Type 45/135 Arah Orientasi Selatan | 197 |

| | |
|--|-----|
| Lampiran 90 : Menghitung Sudut Jatuh Cahaya Matahari Arah Orientasi Selatan Dinding Sisi Utara | 198 |
| Lampiran 91 : Menghitung Sudut Jatuh Cahaya Matahari Arah Orientasi Selatan Dinding Sisi Barat | 199 |
| Lampiran 92 : Pola Pembayangan Arah Orientasi Selatan Dinding Sisi Utara Pukul 14.00 & Pukul 16.00 Rumah Type 45/135..... | 200 |
| Lampiran 93 : Pola Pembayangan Arah Orientasi Selatan Dinding Sisi Barat Pukul 14.00 & Pukul 16.00 Rumah Type 45/135..... | 201 |
| Lampiran 94 : Site Plan Rumah Type 45/135 Arah Orientasi Selatan | 202 |
| Lampiran 95 : Menghitung Sudut Jatuh Cahaya Matahari Arah Orientasi Selatan Dinding Sisi Utara | 203 |
| Lampiran 96 : Menghitung Sudut Jatuh Cahaya Matahari Arah Orientasi Selatan Dinding Sisi Barat | 204 |
| Lampiran 97 : Pola Pembayangan Arah Orientasi Selatan Dinding Sisi Utara Pukul 14.00 & Pukul 16.00 Rumah Type 45/135..... | 205 |
| Lampiran 98 : Pola Pembayangan Arah Orientasi Selatan Dinding Sisi Barat Pukul 14.00 & Pukul 16.00 Rumah Type 45/135..... | 206 |
| Lampiran 99 : Kemampuan Menyerap dan Mementulkan sinar Matahari Pada Berbagai Macam Bahan | 207 |

ABSTRAK

Pengaruh Orientasi Bangunan Terhadap Penurunan Panas di Perumahan Wonorejo Surakarta adalah suatu penelitian yang dilakukan dengan tujuan untuk melihat seberapa besar orientasi berpengaruh terhadap penurunan panas khususnya pada rumah-rumah sederhana type 21, 36 dan 45. Lingkup penelitian menyangkut aspek klimatologis yang berpengaruh pada kondisi kenyamanan termal pada bangunan perumahan, faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kondisi ruang dalam bangunan dan kondisi fisik bangunan itu sendiri.

Kajian kenyamanan termal pada bangunan dilakukan dengan metode analisis kuantitatif. Data kuantitatif berupa temperatur kering pada ruang di dalam bangunan diolah guna memperoleh nilai temperatur efektif dengan asumsi udara di dalam ruang tersebut tidak bergerak. Pendekatan digunakan dengan metode kualitatif yaitu dari data-data kuantitatif yang didapat dijabarkan menjadi bentuk grafik yang akan diperbandingkan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh pembayangan yang diakibatkan oleh orientasi yang bervariasi memberikan dampak yang berbeda terhadap penurunan panas pada masing-masing type rumah. Selain oleh pembayangan penurunan panas juga dipengaruhi oleh pengaruh orientasi bangunan tersebut terhadap arah angin. Hal ini terlihat adanya perbedaan penurunan panas pada satu type rumah pada arah orientasi yang sama.

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah pola pembayangan yang terjadi di dalam bangunan berpengaruh terhadap penurunan panas, pada masing-masing type rumah arah orientasi utara memiliki penurunan panas yang lebih baik dibandingkan dengan arah orientasi yang lain kecuali pada type 21 karena pada arah orientasi ini type 21 dalam keadaan terhuni. Perbedaan penurunan panas selain dipengaruhi oleh pola pembayangan juga dipengaruhi oleh arah angin terhadap bangunan dan pola pembayangan yang diakibatkan oleh elemen sekitar bangunan.

Kata kunci : orientasi, panas, utara.

ABSTRACT

The Influence of Building Orientation Toward Household Warm Decreasing in Wonorejo Communal Housing Surakarta is a research done with it aim is to see how is orientation impact on warm decreasing aspecially at simple house type 21, 36, and 45. the scope of this research is related to the climatologic aspect that is impact on thermal fresness condition at the housing building, the factors that influential toward room condition in that building, and the building itself physically condition.

Thermal fresness analyses at the building using quantitative analyses method. Quantitative data is dry temperature at the room in that building and it is processed to get effectiveness temperature values with the assumption is that the air in this room is not run. The approach using quantitative method that are come from quantitative data is explained become a graphical from that will be compared.

Result of this research is show that imaging influence that caused by variety orientation extend difference impact toward warm decreasing of the each house type. In addition, it also be influenced by that building orientation toward wind direction. That is showed the difference warm decreasing at one house type in similar orientation course.

The conclusion of this research is imaging pattern that take place in the building influential toward warm decreasing, at the each house type north orientation course have better warm decreasing than the other orientation course expect at the type 21 because of that orientation is in occupying condition. Warm decreasing difference is also influenced by wind direction toward the building and imaging pattern that couse by elements around that building.

Keyword : orientation, warm, north

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.

Kota Surakarta dengan jumlah penduduk yang cukup besar serta memiliki tingkat pertumbuhan yang tinggi, memerlukan penyediaan sarana hunian dalam jumlah besar dan terus meningkat dari tahun ke tahun, sehingga dalam mengantisipasi hal tersebut pemerintah melalui perumnas cabang Solo terus membangun kawasan-kawasan perumahan di Surakarta.

Dalam penyediaan sarana hunian, pemerintah lebih menekankan pada pembangunan rumah-rumah sederhana dan sangat sederhana hal ini mengingat kondisi tingkat sosial ekonomi masyarakat Surakarta yang mayoritas masih menengah ke bawah sehingga dengan kebijakan pemerintah tersebut diharapkan masyarakat akan lebih mudah untuk mendapatkan rumah dengan harga yang murah dan terjangkau.

Kebijakan pemerintah tersebut telah membuat para arsitek dan developer di dalam perencanaan Rumah Sederhana (RS) dan Rumah Sangat Sederhana (RSS) selalu dihadapkan pada berbagai tuntutan dan permasalahan antara lain ekonomis (komersial), keterbatasan lahan, topografi tanah dan sebagainya.

Perumahan Wonorejo adalah salah satu perumahan di Surakarta dimana arsitek/perencanaan di dalam mengantisipasi dan mengatasi berbagai permasalahan dan tuntutan tersebut dengan mengupayakan pada efisiensi lahan sehingga

dihasilkan site plan dengan lay out yang diupayakan untuk dapat menampung jumlah kapling sebanyak mungkin, hal tersebut telah menghasilkan layout bangunan dengan arah orientasi yang sangat bervariasi dan kondisi ini telah menciptakan terjadinya suatu keadaan dimana ada bangunan-bangunan dengan arah orientasi yang tidak baik terhadap kondisi iklim dan lingkungan setempat

1.2 Permasalahan.

Orientasi bangunan secara umum lebih ditujukan untuk menempatkan posisi bangunan sesuai dengan potensi-potensi positif dan menghindari hal-hal negatif yang ada pada kondisi iklim dan lingkungan tersebut, dan untuk daerah tropis lembab, orientasi bangunan lebih diutamakan untuk mengantisipasi pengaruh sinar matahari yang berlebihan.

Kondisi orientasi bangunan yang sangat bervariasi pada kawasan Perumahan Wonorejo Surakarta tersebut secara otomatis telah menciptakan terjadinya suatu kesenjangan kemampuan bagi bangunan dalam penurunan panas dari radiasi sinar matahari sebagai akibat adanya arah orientasi bangunan yang ideal dan tidak ideal terhadap arah angin, sehingga yang menjadi permasalahan adalah seberapa besar orientasi bangunan akan berpengaruh pada penurunan panas dan arah orientasi bangunan yang ideal dan tidak ideal pada rumah-rumah di kawasan Perumahan Wonorejo Surakarta ini.

1.3 Tujuan Penelitian.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar orientasi bangunan pada perumahan-perumahan di Wonorejo Surakarta ini akan berpengaruh pada penurunan panas akibat sinar matahari.

1.4 Manfaat Penelitian.

- ❖ Untuk mengetahui arah orientasi bangunan yang paling baik yang dapat menurunkan panas secara optimal untuk kawasan perumahan Wonorejo Surakarta.
- ❖ Sebagai masukan bagi pihak perum perumnas cabang Solo atas temuan dalam penelitian ini terutama bagi pembangunan perumahan Wonorejo Surakarta pada tahap selanjutnya.

1.5 Lingkup Penelitian.

- ❖ Menyangkut aspek klimatologis yang berpengaruh pada kondisi kenyamanan thermal pada bangunan perumahan.
- ❖ Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kondisi ruang dalam bangunan.
- ❖ Kondisi fisik bangunan.

1.6 Hipotesa.

Berdasarkan analisa pola pembayangan dengan diagram matahari dapat diambil suatu hipotesa, bahwa bangunan di Perumahan Wonorejo Surakarta yang memiliki arah orientasi menghadap utara memiliki kemampuan penurunan panas yang lebih baik dibandingkan dengan arah orientasi yang lain.

BAB II

TINJAUAN PERUMAHAN WONOREJO SURAKARTA

2.1 Tinjauan Umum.

Perumahan Wonorejo secara administratif masuk pada wilayah desa Wonorejo, kecamatan Gondangrejo, Kabupaten Dati II Karanganyar. Proyek pembangunan perumahan Wonorejo dibangun oleh perum-perumnas Cabang V Unit Solo. Yang ditujukan untuk memenuhi kebutuhan perumahan bagi warga Surakarta maka proyek perumahan Wonorejo dibangun di utara Wilayah kota Solo yang secara administratif terletak di Wilayah Kabupaten Dati II Karanganyar yang berbatasan langsung dengan wilayah Kotamadya Surakarta.

Secara geografis perumahan Wonorejo Surakarta terletak pada garis $110^{\circ}45'$ BT dan $7^{\circ}36'$ LS dan secara umum memiliki dua musim yaitu musim penghujan dan musim kemarau yang bergantian tiap enam bulan yaitu musim penghujan pada bulan oktober sampai dengan bulan april dan musim kemarau pada bulan april sampai dengan bulan oktober, sedangkan jenis tanah adalah Grumosol kelabu tua dan mediteran coklat kemerahan yang berada pada ketinggian 140 dari permukaan laut.

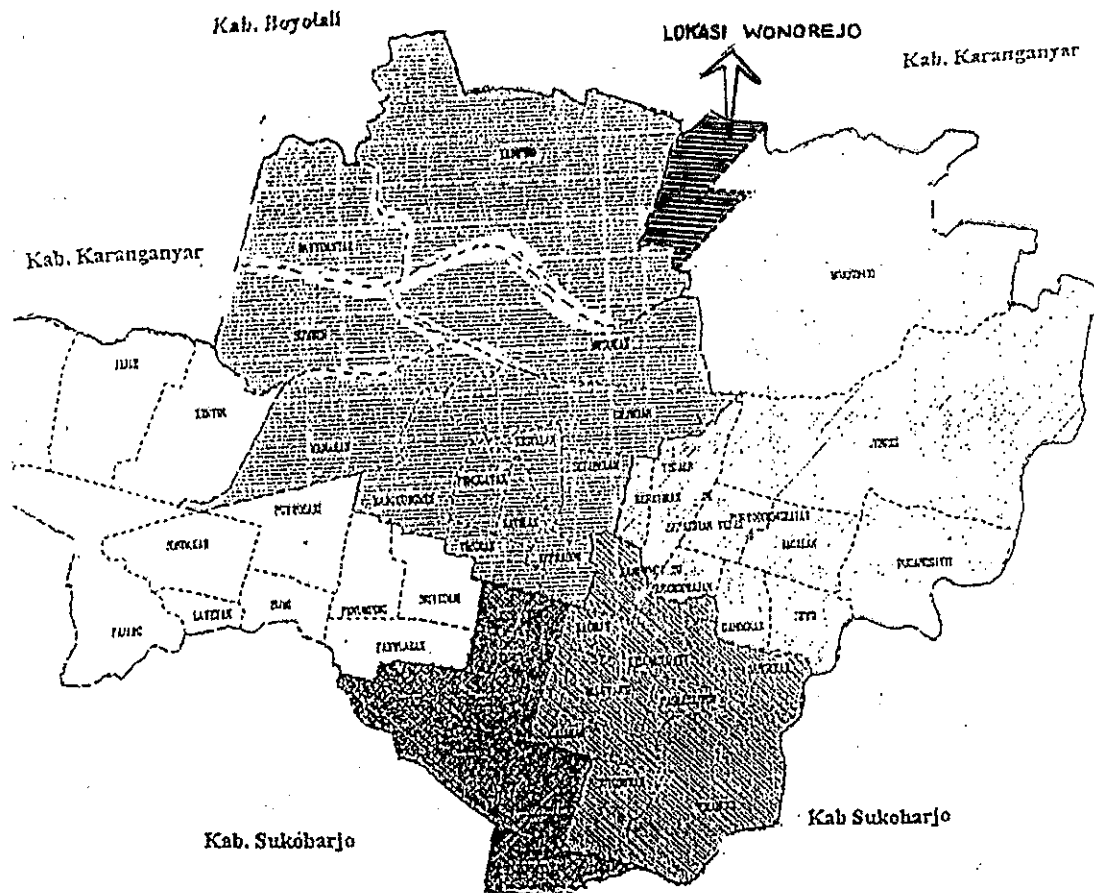
2.2 Tinjauan Khusus.


Perumahan Wonorejo secara keseluruhan menempati lahan seluas 27,5 Ha dan direncanakan dibangun dalam dua tahap yaitu tahap I yang dimulai pada tahun 1997 sampai dengan 2002 dengan luas ! 12,7 Ha dan tahap II yang akan dimulai pada tahun 2003 sampai dengan 2008 seluas ! 14,8 Ha.

Perumahan Wonorejo dibangun dengan tiga jenis type rumah yaitu rumah type 21 sebanyak 525 unit, rumah type 36 sebanyak 569 unit, rumah type 45 sebanyak 310 unit, sehingga jumlah keseluruhan 1404 unit.

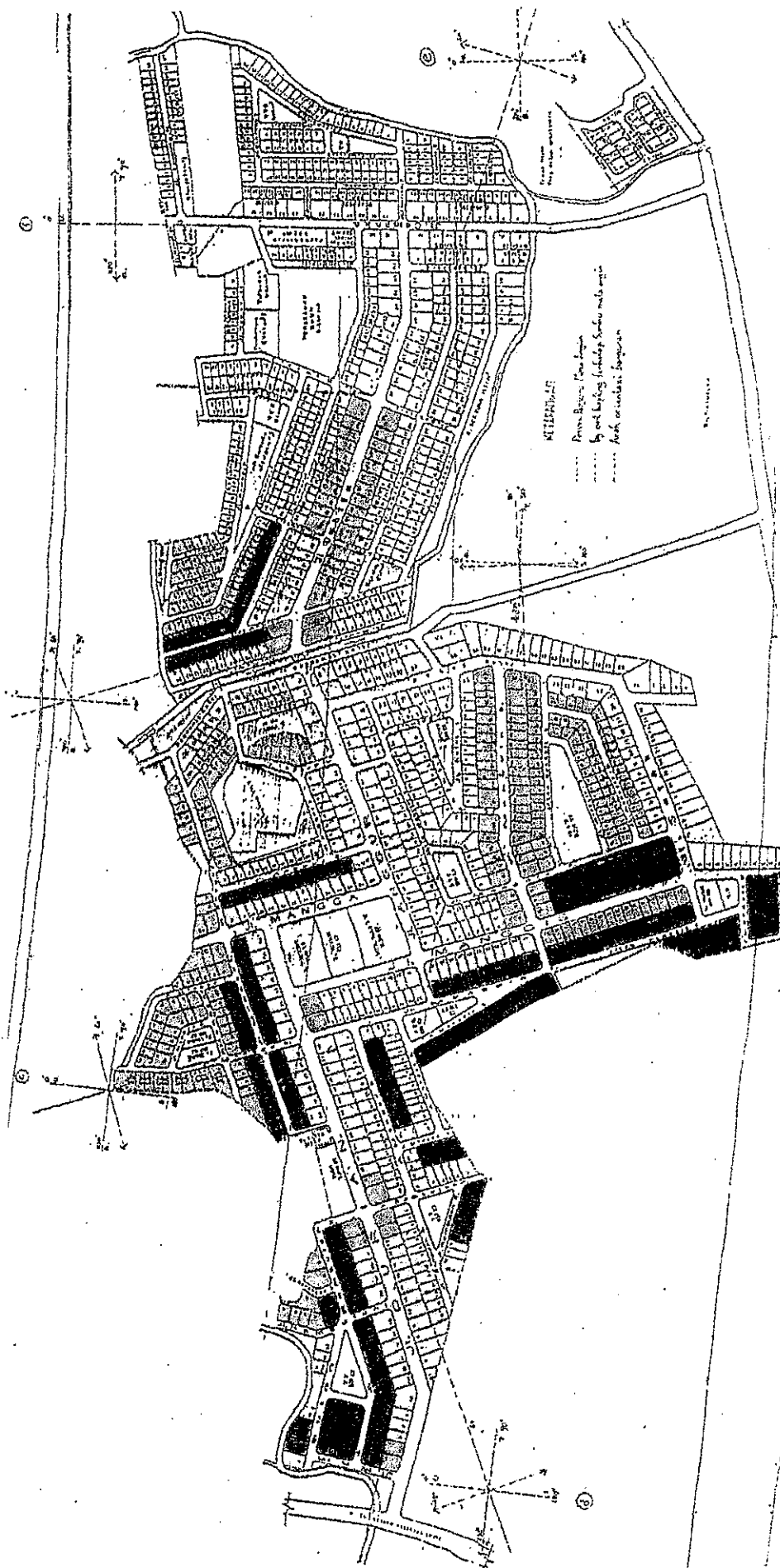
Selain type-type tersebut juga disediakan kapling-kapling tanah matang (KTM) dimana pihak perum-perumnas hanya menjual kaplingnya saja sedangkan bangunannya dibangun dan didesain sendiri oleh pemilik kapling sesuai kebutuhan.

PETA KOTAMADYA SURAKARTA



| | |
|---|---|
| GAMBAR : PETA KOTAMADYA SURAKARTA | ORIENTASI : |
| SUMBER : PERUMAHAN WONOREJO SURAKARTA |  |

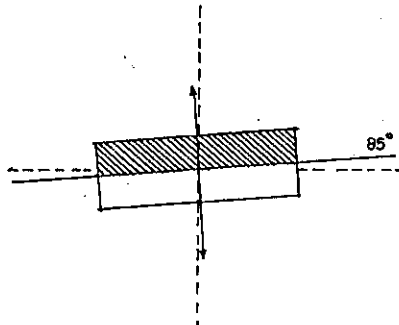
Gambar 01 Peta Kotamadya Surakarta
Sumber : Perumahan Wonorejo Surakarta



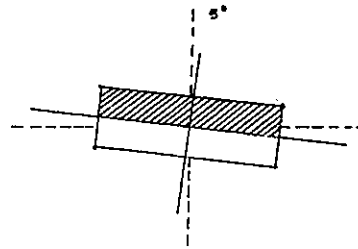
| GAMBAR : | KETERANGAN : | ORIENTASI : | SKALA : |
|------------------------------|--|--|----------|
| PETA WONOREJO SURAKARTA | <div data-bbox="1091 891 1114 913" data-label="Image"></div> <div data-bbox="1091 913 1114 1256">Kapling Tanah Matang : 205 Unit</div> | <div data-bbox="1114 645 1225 763" data-label="Image"></div> | 1 : 5000 |
| SUMBER : | <div data-bbox="1139 927 1161 949" data-label="Image"></div> <div data-bbox="1139 949 1161 1234">Kapling Type 21 : 318 Unit</div> | | |
| PERUMAHAN WONOREJO SURAKARTA | <div data-bbox="1187 927 1209 949" data-label="Image"></div> <div data-bbox="1187 949 1209 1234">Kapling Type 36 : 310 Unit</div> <div data-bbox="1219 927 1241 949" data-label="Image"></div> <div data-bbox="1219 949 1241 1234">Kapling Type 45 : 14 Unit</div> | | |

Gambar 02 Peta Wonorejo Surakarta
Sumber : Perumnas Wonorejo Surakarta

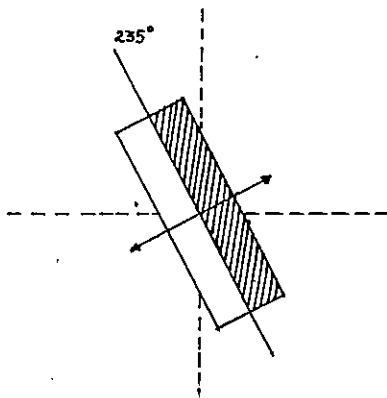
MACAM-MACAM POSISI ORIENTASI BANGUNAN YANG ADA DI PERUMAHAN WONOREJO SURAKARTA



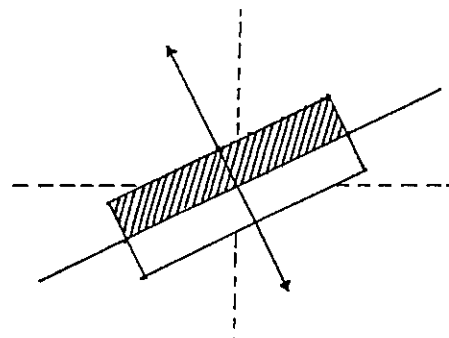
(A) Utara-Selatan



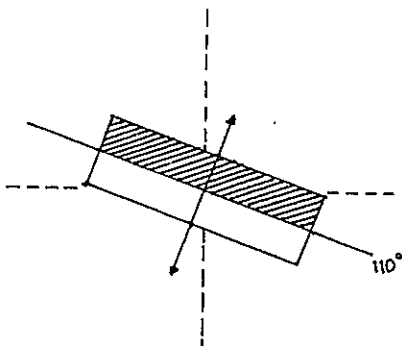
(B) Utara – Selatan



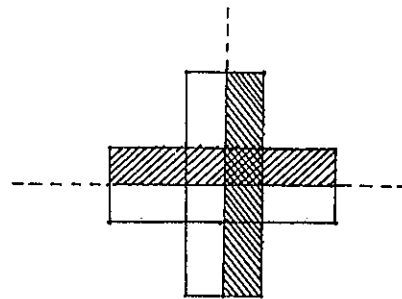
(C) Barat – Timur



(D) Barat Laut – Tenggara

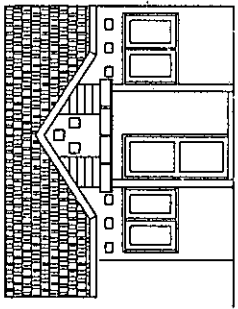


(E) Timur Laut – Barat Daya

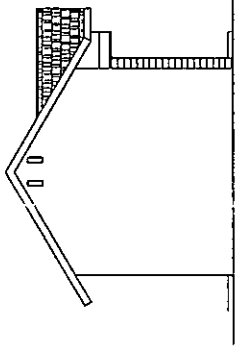


(F)

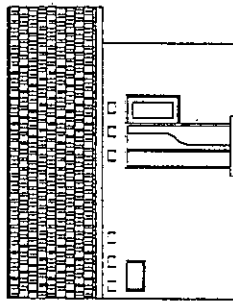
Gambar 03 Macam-Macam Posisi Orientasi Bangunan yang Ada di Perumahan Wonorejo Surakarta.
Sumber : Perumnas Wonorejo Surakarta



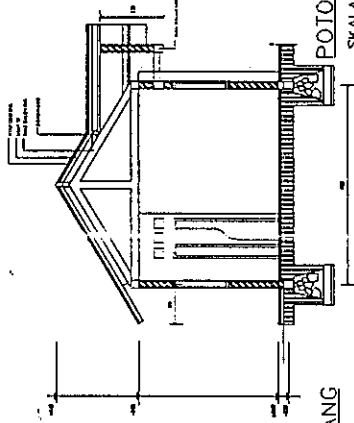
TAMPAK DEPAN
SKALA 1 : 100



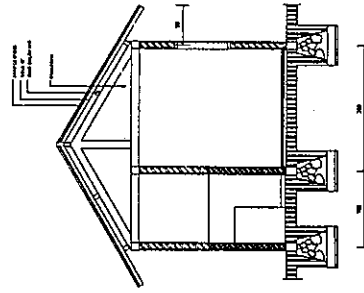
TAMPAK SAMPING KANAN
SKALA 1 : 100



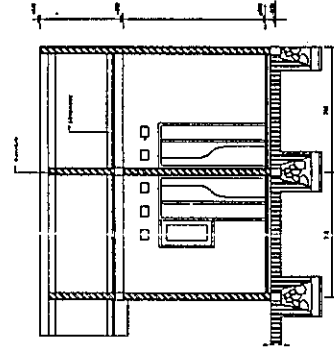
TAMPAK BELAKANG
SKALA 1 : 100



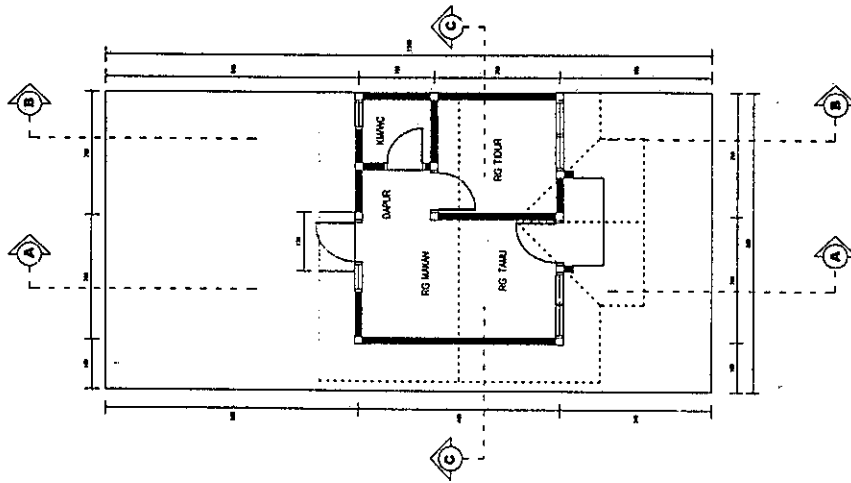
POTONGAN A-A
SKALA 1 : 100



POTONGAN B-B
SKALA 1 : 100

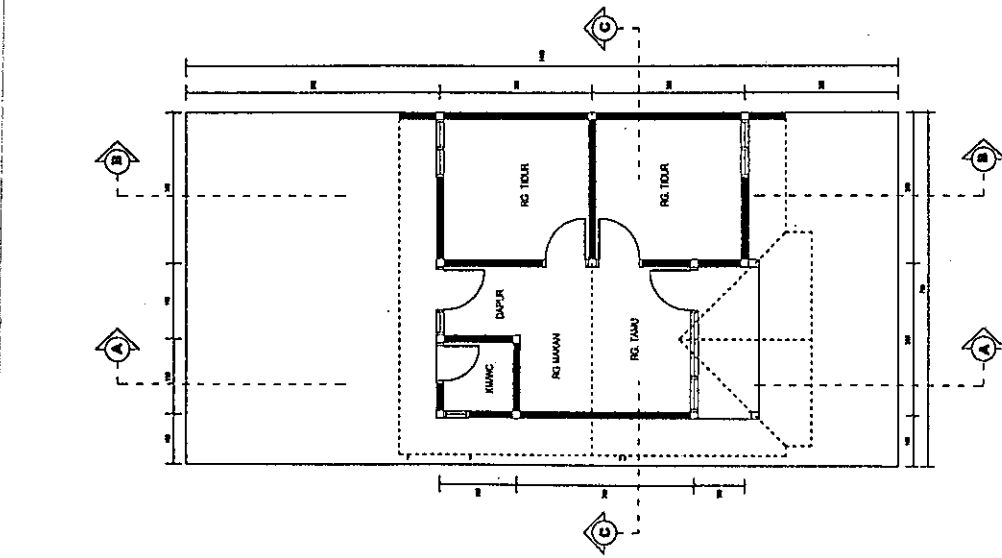


POTONGAN C-C
SKALA 1 : 100

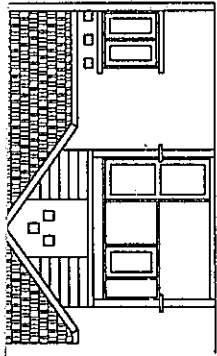


DENAH TIPE 21/72
SKALA 1 : 100

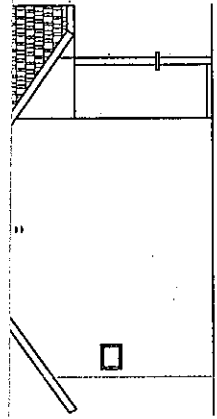
Gambar 04 Denah, Tampak, Potongan Rumah Tipe 21/72 di Perumahan Wonorejo Surakarta
Sumber : Perumnas Wonorejo Surakarta



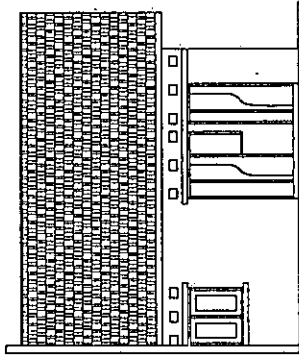
DENAH TIPE 36/98
SKALA 1 : 100



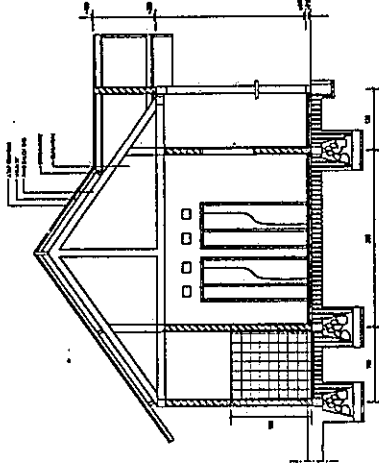
TAMPAK DEPAN
SKALA 1 : 100



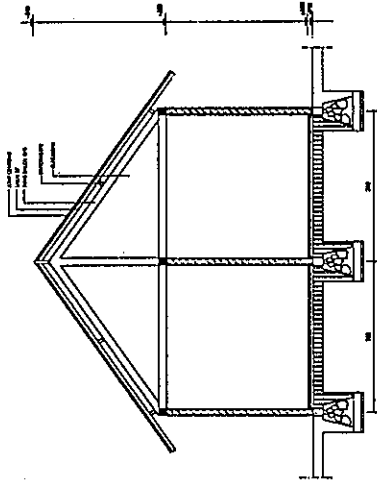
TAMPAK SAMPING KANAN
SKALA 1 : 100



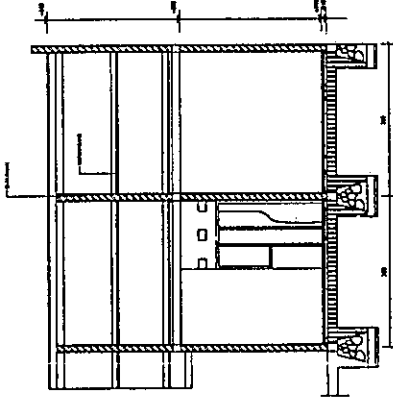
TAMPAK BELAKANG
SKALA 1 : 100



POTONGAN A-A
SKALA 1 : 100

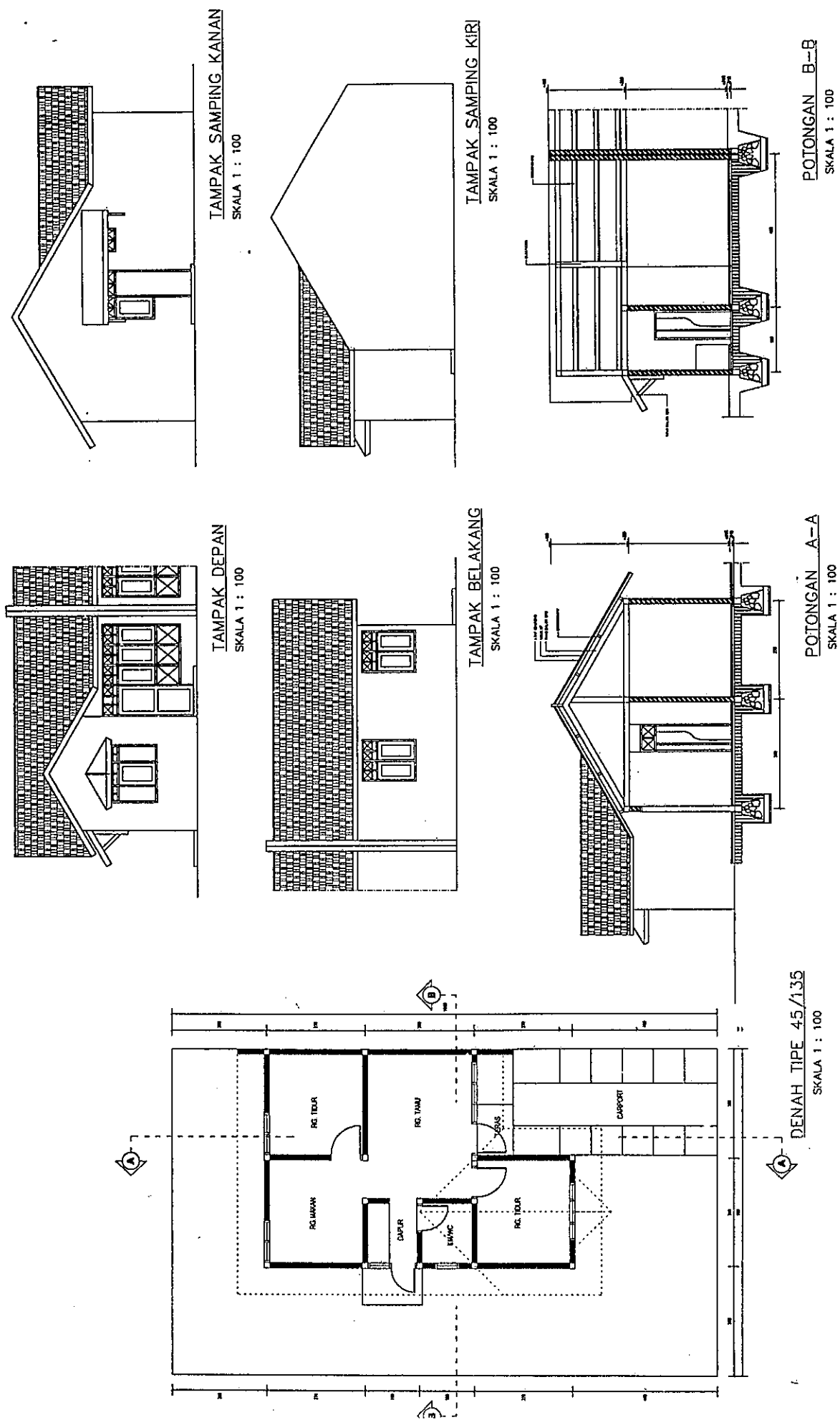


POTONGAN B-B
SKALA 1 : 100



POTONGAN C-C
SKALA 1 : 100

Gambar 05 Denah, Tampak, Potongan Rumah tipe 36/98 di Perumahan Wonorejo Surakarta
Sumber : Perumnas Wonorejo Surakarta.



Gambar 06 Denah, Tampak, Potongan Rumah Tipe 45/135 di Perumahan Wonorejo Surakarta
Sumber : Perumnas Wonorejo Surakarta.

BAB III

KAJIAN PUSTAKA

III.1 Pengaruh Iklim Terhadap Arsitektur.

Amos Rapoport dalam bukunya "*House Form and Culture*, 1969" menyatakan bahwa aspek iklim dan lingkungan merupakan salah satu hal yang mempengaruhi produk arsitektur. sejarah perkembangan arsitektur pada mulanya diawali dengan "*shellter*" yang digunakan manusia sebagai tempat berlindung dari panas dan hujan, dari hal tersebut dapat disimpulkan bahwa "musuh" utama manusia pada awalnya adalah kondisi iklim yang tidak bersahabat. Adaptasi dan usaha manusia untuk melindungi dirinya dari pengaruh iklim membentuk pola kehidupan manusia, manusia membangun *shellter* sebagai tempat berlindung melalui serangkaian proses "*trial and error*" hingga sampai pada bentuk yang baku. Amos Rapoport membagi perkembangan awal terbentuknya pola kebudayaan dan arsitektur adalah :

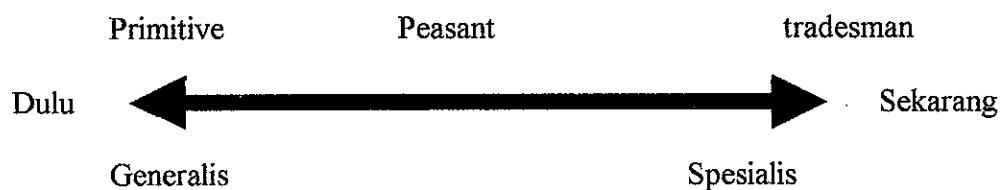
1. Primitive.
2. Peasant.
3. Tradesman.

Tahap "*primitive*" ditandai dengan tidak adanya variasi dalam tipe bangunan, bentuk bangunan adalah "*similar*" karena pengetahuan membangun rumah adalah pengetahuan umum (*Common Sence*) pada tahap ini sudah ada kesepakatan-kesepakatan umum tentang bentuk adaptasi terhadap iklim,

kesepakatan ini menjadi pengetahuan bersama dan membentuk pola kebudayaan spesifik pada masing-masing komunitas masyarakat.

Pada tahap “peasant dan tradesman” pola kebudayaan menjadi semakin rumit karena tiap individu muncul keinginan untuk tampil berbeda dari individu lain dan juga terjadi spesialisasi dalam kemampuan masing-masing individu, perkembangan teknologi dan perkembangan kebudayaan yang semakin beragam membuat individu-individu tidak lagi memiliki kemampuan untuk membangun shelter sebagaimana pada tahap “primitive”.

Dari hal ini dapat ditarik kesimpulan bahwa perkembangan evolusi kebudayaan manusia mengalami perubahan sebagaimana digambarkan sebagai berikut :



Gambar 07
Perkembangan Evolusi Kebudayaan.

III.2 Arsitektur Tropis Indonesia.

Kata tropis berasal dari bahasa Yunani yaitu “*tropicos*” yang berarti garis balik meliputi daerah antara garis balik matahari, yang meliputi sekitar 40% luasan seluruh permukaan bumi. Garis balik yang dimaksud adalah garis lintang $23^{\circ}27'$ utara dan selatan. Garis lintang utara $23^{\circ}27'$ adalah garis balik cancer dimana matahari pada tanggal 22 juni mencapai posisi tegak lurus. Garis lintang

selatan $23^{\circ}27'$ adalah garis balik capricorn dimana matahari pada tanggal 23 desember berada pada posisi tegak lurus (Lippsmeier, 1980). Bahasa Yunani juga menyebutkan daerah tropis ini sebagai “torrid Zone” yaitu daerah tidak layak huni. Pembagian iklim tropis berdasarkan garis-garis lintang ini ternyata tidak lagi relevan karena tidak mempertimbangkan batas-batas daerah iklim yang sebenarnya, karena itu pengertian “tropis” diidentifikasi sebagai daerah yang terletak antara garis eksoterm 20°C di sebelah bumi utara dan selatan. Dalam kaitan dengan iklim tropis ini berlaku tuntutan akan kenyamanan fisik (Physical Comfort), yakni :

1. Temperatur : $25^{\circ}\text{C} - 27^{\circ}\text{C}$.
2. Velocity (angin) : $0,1 - 1,5 \text{ m/det}$.
3. Volume udara segar : $2,3 \text{ m}^3/\text{orang/jam}$.
4. Kelembaban : $40\% - 70\%$.

Indonesia yang terdiri dari beraneka ragam budaya dan penduduk yang terpisah pada berbagai pulau memiliki kesamaan khusus, yaitu “memiliki iklim tropis lembab”. Kondisi iklim tropis lembab ini membuat Indonesia sangat dipengaruhi oleh 2 (dua) kondisi musim yang dominan, yaitu:

1. Musim penghujan antara bulan oktober sampai dengan bulan april.
2. Musim kemarau antara bulan april sampai dengan bulan oktober.

Iklim tropis lembab ini membuat arsitektur Indonesia memiliki ciri yang berbeda dengan daerah lain yang beriklim sedang maupun dingin, sebagaimana dikatakan oleh **Andi Siswanto** yaitu “*It is the architecture of Indonesia that*

modern, yang beridentitas kultur Indonesia, yang berusaha memberikan tekanan khusus dalam memanfaatkan dan menjawab tantangan ekologi nusantara yang tropis secara optimal, sehingga mampu menyajikan lingkungan fisik yang memenuhi syarat fisiologis dan psikologis bagi penghuninya. Kualitas ini bisa berupa kenyamanan thermal, kualitas udara atau tingkat hubungan yang erat dengan alam”.

Wiranto dalam bukunya “Pelangi Arsitektur,1997” menyatakan bahwa beberapa ciri dari iklim tropis lembab sebagai berikut :

1. Curah hujan tinggi.
2. Kelembaban yang Tinggi.
3. Temperatur yang moderat dengan sedikit variasi musiman atau harian.
4. Radiasi yang kuat.

Ciri lain dari iklim tropis Indonesia adalah cahaya matahari yang bersinar hampir sepanjang tahun, hal ini membawa konsekuensi pada bentuk bangunan dan tanggapan khusus pada usaha proteksi terhadap radiasi sinar matahari.

III.3 Ciri-Ciri Arsitektur Tropis Lembab.

III.3.1 Ciri Iklim Tropis Lembab.

Menurut **Soegijanto** dalam bukunya “Bangunan di Indonesia dengan Iklim Tropis Lembab Ditinjau Dari Aspek Fisika Bangunan,1998” dikatakan bahwa ciri-ciri dari iklim tropis lembab sebagaimana yang ada di Indonesia adalah “kelembaban udara yang tinggi dan temperatur udara yang relatif panas

sepanjang tahun". Kelembaban udara rata-rata adalah sekitar 80% akan mencapai maksimum sekitar pukul 06.00 dengan minimum sekitar pukul 14.00. kelembaban ini hampir sama untuk daratan maupun dataran tinggi.

Daerah pantai dan dataran rendah temperatur maksimum rata-rata 32°C. Makin tinggi letak suatu tempat di muka laut, maka semakin berkurang temperatur udaranya, yaitu berkurang rata-rata 0,6°C untuk setiap kenaikan 100 m.

Ciri lainnya adalah curah hujan yang tinggi dengan rata-rata sekitar 1500-2500 mm setahun. Radiasi matahari global horizontal rata-rata harian adalah sekitar 400 watt/m² dan tidak banyak berbeda sepanjang tahun, keadaan langit pada umumnya selalu berawan. Pada keadaan awan tipis menutupi, luminasi langit dapat mencapai 1500 kandra/m².

Tingkat penerangan rata-rata yang dihasilkan menurut pengukuran yang pernah dilakukan di Bandung untuk tingkat penerangan global horizontal dapat mencapai 60.000 lux. Sedangkan tingkat penerangan dari cahaya langit saja, tanpa cahaya matahari langsung dapat mencapai 20.000 lux dan tingkat penerangan minimum antara pukul 08.00-16.00 adalah 10.000 lux.

Iklim tropis lembab dilandasi dengan perbedaan suhu udara yang kecil antara siang hari dan malam hari, kelembaban udara yang cukup tinggi pada waktu tengah malam serta cukup rendah pada waktu siang hari. Kecepatan angin rata-rata pada waktu siang hari dapat digambarkan sebagai memadai untuk kenyamanan, yaitu sekitar 1,0 m/det. Pada waktu musim hujan yaitu sekitar 2,0

m/det. Pada waktu musim panas akan memberikan gambaran tersendiri mengenai upaya pencapaian pendinginan pasif pada bangunan. Kondisi ini secara grafis dapat dilihat pada gambar di halaman depan.

Sekalipun terdapat kondisi yang di luar batas kenyamanan thermal manusia, sebenarnya terdapat potensi iklim natural yang dapat mewujudkan terciptanya kenyamanan dengan strategi lain. kenyamanan tersebut tercapai dengan interaksi antara fungsi iklim dengan lingkungan maupun dengan pemanfaatan teknologi.

III.3.2 Kriteria Perencanaan Pada Iklim Tropis Lembab.

Kondisi iklim tropis lembab memerlukan syarat-syarat khusus dalam perancangan bangunan dan lingkungan binaan, mengingat ada beberapa faktor-faktor spesifik yang hanya dijumpai secara khusus pada iklim tersebut, sehingga teori-teori arsitektur, komposisi, bentuk, fungsi bangunan, citra bangunan dan nilai-nilai estetika bangunan yang terbentuk akan sangat berbeda kondisi yang ada di wilayah lain yang berbeda kondisi iklimnya.

Menurut **Soegijanto** dalam bukunya “Bangunan di Indonesia Dengan Iklim Tropis Lembab Ditinjau Dari Aspek Fisika Bangunan, 1998” menyatakan kondisi yang berpengaruh dalam perancangan bangunan pada iklim tropis lembab adalah, yaitu :

1. Kenyamanan thermal.
2. Aliran udara melalui bangunan.
3. Radiasi panas.

4. Penerangan alami pada siang hari.

III.3.2.1 Kenyamanan Thermal.

Usaha untuk mendapatkan kenyamanan thermal terutama adalah mengurangi perolehan panas, memberikan aliran udara yang cukup dan membawa panas keluar bangunan serta mencegah radisi panas, baik radiasi langsung matahari maupun dari permukaan dalam yang panas.

Perolehan panas yang dapat dikurangi dengan menggunakan bahan atau material yang mempunyai tahanan panas yang besar, sehingga laju aliran panas yang menembus bahan tersebut akan terhambat.

Permukaan yang paling besar menerima panas adalah atap, sedangkan bahan atap umumnya mempunyai tahanan panas dan kapasitas panas yang tidak lebih kecil dari dinding. Untuk memperbesar kapasitas panas dari bahan atap agak sulit karena akan memperberat atap. Tahan panas dari bagian atas bangunan dapat diperbesar dengan beberapa cara, misalnya adanya rongga langit-langit, menggunakan pemantul panas reflektif juga akan memperbesar tahanan panas.

Cara lain untuk memperkecil panas yang masuk antara lain, yaitu :

1. Memperkecil luas permukaan yang menghadap ke timur dan barat.
2. Melindungi dinding dengan alat peneduhan.

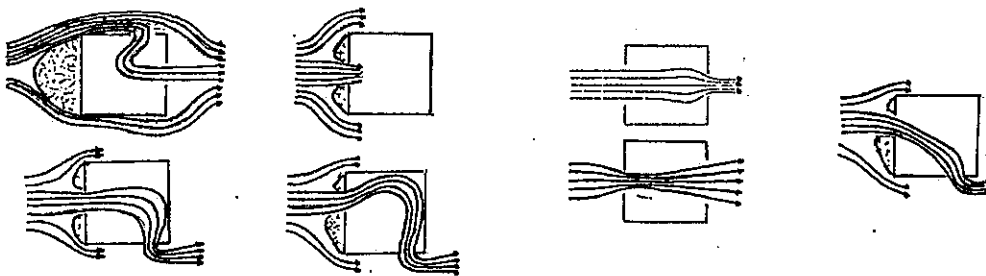
Perolehan panas dapat dikurangi dengan memperkecil penyerapan panas dari permukaan, terutama untuk permukaan atap.

Warna terang mempunyai penyerapan radiasi matahari kecil sedang warna gelap adalah sebaliknya. Penyerapan panas yang besar akan menyebabkan temperatur permukaan naik, sehingga akan jauh lebih besar antara kedua permukaan bahan, yang akan menyebabkan aliran panas yang besar.

III.3.2.2 Aliran Udara Melalui Bangunan.

Kegunaan dari aliran udara atau ventilasi adalah untuk :

1. Untuk memenuhi kebutuhan kesehatan yaitu menyediakan oksigen untuk pernafasan, membawa asap dan uap air keluar dari ruangan, mengurangi konsentrasi gas-gas dan bakteri-bakteri serta menghilangkan bau.
2. Untuk memenuhi kebutuhan kenyamanan thermal, mengeluarkan panas, membantu mendinginkan bagian dalam bangunan.



*Gambar 08 Aliran Udara Dalam Ruangan.
Sumber : Georg Lippsmeier*

Aliran udara terjadi karena adanya gaya thermal yaitu terdapat perbedaan temperatur antara aliran udara di dalam dan di luar ruangan dan perbedaan tinggi

antara lubang ventilasi. Kedua gaya ini harus dapat dimanfaatkan sebaik-baiknya untuk mendapatkan jumlah aliran udara yang dikehendaki.

Jumlah aliran udara untuk memenuhi kebutuhan kesehatan pada umumnya lebih kecil daripada yang diperlukan untuk memenuhi kenyamanan thermal. Untuk yang pertama sebaiknya digunakan lubang ventilasi tetap yang selalu terbuka. Untuk memenuhi yang kedua sebaiknya digunakan lubang ventilasi yang bukaanannya dapat diatur.

III.3.2.3 Radiasi Panas.

Radiasi panas terjadi oleh radiasi yang tidak langsung masuk ke dalam bangunan dari permukaan yang lebih panas dari sekitarnya, untuk mencegah hal itu dapat digunakan alat-alat peneduh.

Pancaran panas dari suatu permukaan akan memberikan ketidaknyamanan thermal bagi penghuni, jika beda temperatur permukaan udara melebihi 4°C . Hal ini sering kali terjadi pada permukaan bawah dari langit-langit atau permukaan bawah dari atap.

III.3.2.4 Penerangan Alami Pada Siang Hari.

Cahaya alam siang hari yang terdiri dari :

1. Cahaya matahari langsung.
2. Cahaya matahari difus.

Di Indonesia seharusnya dapat memanfaatkan sebaik-baiknya cahaya ini untuk penerangan siang hari di dalam bangunan. Tetapi untuk maksud ini, cahaya matahari langsung tidak dikehendaki masuk ke dalam bangunan karena akan menimbulkan pemanasan dan penyilauan, kecuali sinar matahari pada pagi hari. Sehingga yang perlu dimanfaatkan untuk penerangan adalah cahaya langit.

Untuk bangunan berlantai banyak, makin tinggi lantai bangunan makin kuat potensi cahaya langit yang bisa dimanfaatkan. Cahaya langit yang sampai pada bidang kerja dapat dibagi dalam 3 (tiga) komponen :

1. Komponen langit.
2. Komponen refleksi luar.
3. Komponen relfeksi dalam.

Dari ketiga komponen tersebut komponen langit meberikan bagian terbesar pada tingkat penerangan yang dihasilkan oleh suatu lubang cahaya. Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya tingkat penerangan pada bidang kerja tersebut adalah :

1. Luas dan posisi lubang cahaya.
2. Lebar teritis.
3. Penghalang yang ada di muka lubang cahaya.
4. Faktor refleksi cahaya dari permukaan dalam dari ruangan.
5. Permukaan di luar bangunan di sekitar lubang cahaya.

Untuk bangunan berlantai banyak makin tinggi lantai makin berkurang pula kemungkinan adanya penghalang di muka lubang cahaya.

Dari penelitian yang dilakukan, baik pada model bangunan dalam langit buatan, maupun pada rumah sederhana, faktor penerangan siang hari rata-rata 20% dapat diperoleh dengan lubang cahaya 15% dari luas lantai, dengan catatan posisi lubang cahaya di dinding pada ketinggian normal pada langit, lebar sekitar 1 meter, faktor refleksi cahaya rata-rata di permukaan dalam ruang sekitar 50% - 60% tidak ada penghalang di muka lubang dan kaca penutup lubang adalah kaca bening.

Menurut **Georg. Lippsmeier**, faktor yang mempengaruhi kenyamanan mental dan fisik adalah : durasi sinar matahari.

III.3.3 Durasi Sinar Matahari.

Radiasi sinar matahari adalah penyebab sifat iklim. Radiasi ini juga sangat berpengaruh dalam kehidupan manusia. Kebutuhan efektifnya ditentukan oleh :

1. Energi radiasi (insolasi) matahari.
2. Pantulan oleh permukaan bumi.
3. Berkurangnya radiasi karena penguapan.
4. Arus radiasi di atmosfer : kesemuanya membentuk keseimbangan di muka bumi.

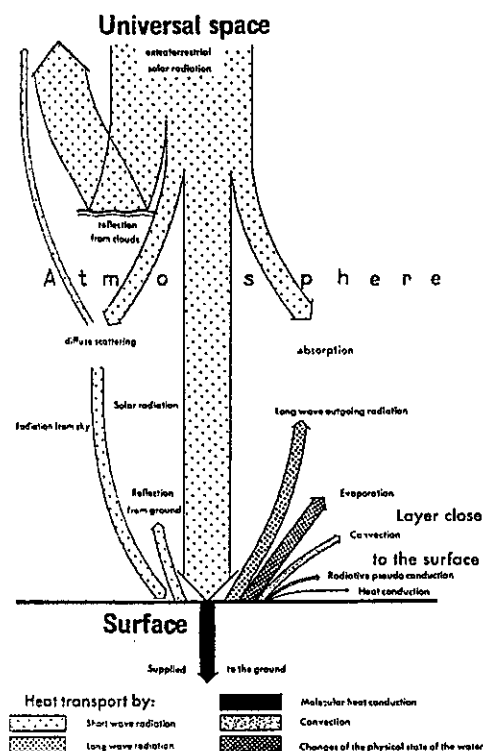
Pengaruh radiasi, ditentukan terutama oleh “durasi, intensitas dan sudut jatuh”.

Ketiga faktor ini perlu mendapat perhatian dalam perancangan bangunan.

III.3.3.1 Durasi, Intensitas Radiasi dan Sudut Jatuh.

Lamanya durasi penyinaran matahari setiap hari dapat diukur dengan otogral sinar matahari “fotografis dan thermo elektrik”. Lamanya penyinaran maksimum mencapai 90% tergantung pada musim, garis lintang geografis tempat pengamatan dan kerapatan awan.

Daerah tropis memiliki waktu remang pagi dan senja atau sore hari yang pendek. Semakin jauh dari khatulistiwa, waktu remang semakin panjang. Sedangkan cahaya siang bermula dan berakhir saat matahari berada $\pm 18^\circ\text{C}$ dibawah garis khatulistiwa.



Gambar 09 Radiasi Matahari.
Sumber : Georg Lippsmeier

III.3.3.2 Kesilauan.

Intensitas dan pantulan cahaya matahari yang kuat merupakan gejala dari iklim tropis. Cahaya yang terlalu kuat dan kontras yang terlalu besar (brightness) dirasakan kurang menyenangkan, di sini perlu diperhatikan perbedaan mendasar antara daerah tropis kering dan tropis basah.

Daerah tropis kering kesilauan terjadi karena pemantulan oleh bidang tanah atau bangunan yang terkena cahaya, berarti bahwa mata yang memandang ke bawah menjadi sangat silau. Sedangkan di daerah lembab tingginya kelembaban udara dapat menimbulkan efek silau. Penghijauan lingkungan adalah salah satu cara terbaik untuk mengatasi kedua jenis silau ini. Dengan tumbuhan rendah dan rerumputan, kesilauan tanah dapat dihindari, begitu juga kesilauan langit dapat diatasi dengan pohon-pohon yang menjulang tinggi.

III.3.3.3 Temperatur.

Wilayah khatulistiwa adalah daerah yang paling panas, dengan menerima radiasi matahari terbanyak. Temperatur maksimum mencapai 1 hingga 2 jam setelah tengah hari karena saat itu radiasi matahari langsung bergabung dengan udara yang sudah panas. Karena itu pertambahan panas terbesar terjadi pada fase barat daya, barat laut atau fasade barat, tergantung pada musim dan garis lintang. Sedangkan temperatur terendah terjadi hingga 1 hingga 2 jam sebelum matahari terbit.

Sebanyak 43% radiasi matahari dipantulkan kembali, 57% diserap (14%atmosfer dan 43%oleh permukaan bumi). Sebagian besar radiasi yang diserap tersebut dipantulkan kembali ke udara, terutama setelah matahari terbenam, dengan catatan tergantung kondisi atmosfer.

Biasanya terjadi radiasi balik yang besar (di daerah kering), kehilangan panas (heat loss) yang terlalu cepat pada malam hari, dapat dicegah dengan menggunakan bahan yang menyerap panas. Melalui pemanfaatan pergeseran waktu radiasi balik dapat diciptakan kenyamanan di dalam ruang.

III.3.3.4 Presiptasi (Curah Hujan).

Presiptasi terbentuk oleh kondensasi atau sublimasi uap air. Presiptasi jatuh sebagai hujan, gerimis, hujan es atau hujan salju, sedangkan di permukaan bumi terbentuk embun atau embun beku.

Di daerah tropis presiptasi turun pada umumnya selama musim penghujan. Hujan tropis bisa terjadi dengan tiba-tiba, turun dengan intensitas yang sangat tinggi dan bisa menimbulkan banjir, kekuatan aliran air bisa pula menyebabkan erosi tanah, merusak jalan dan pondasi bangunan.

Orientasi bangunan sebaiknya tegak lurus terhadap angin, hal ini berarti diperlukan perlindungan yang tepat karena hujan yang dibawa masuk oleh angin bisa menyusup ke dalam bangunan, sehingga prinsip utama konstruksi yang melindungi dinding, jendela dan pintu terhadap radiasi matahari juga harus pula berfungsi sebagai pelindung terhadap hujan.

III.3.3.5 Kelembaban udara.

Kadar kelembaban udara dapat mengalami fluktuasi yang tinggi dan tergantung terutama pada temperatur udara. Semakin tinggi temperatur udara semakin tinggi pula kemampuan udara menyerap air.

Kelembaban absolut adalah besarnya kadar air di udara, dinyatakan dalam gram/kilogram udara kering. Cara yang lebih banyak digunakan adalah dengan mengukur tekanan yang ada pada udara dalam kilo pascal (Kpa) yang lazim disebut "tekanan uap air".

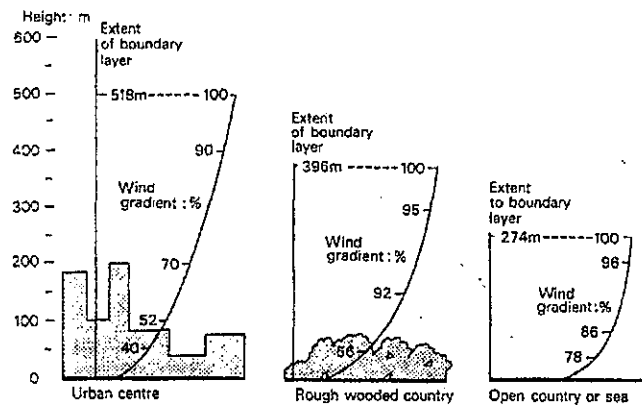
Kelembaban relatif menunjukkan perbandingan antara tekanan uap air yang ada dengan tekanan uap air maksimum (derajat kejenuhan) dengan kondisi temperatur tertentu, dinyatakan dalam prosen. Titik jenuh akan naik jika temperatur udara meningkat.

Temperatur lembab adalah kondisi temperatur udara kering yang diukur secara normal dengan kadar kelembaban udara. Informasi mengenai kelembaban udara sangat penting untuk menaikkan kecocokan terhadap suhu iklim, semakin tinggi kadar udara semakin sukar iklim tersebut ditoleransi.

III.3.3.6 Gerakan Udara.

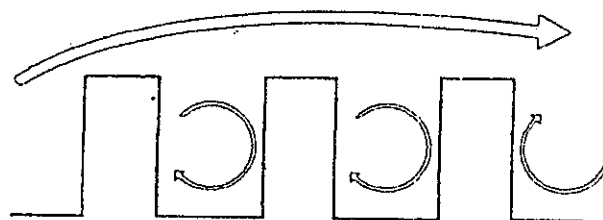
Pergerakan udara terjadi disebabkan oleh pemanasan lapisan-lapisan yang berbeda-beda. Angin yang diinginkan, lokal, sepoi-sepoi yang memperbaiki iklim mikro, angin yang memiliki gerakan kuat tidak diharapkan sehingga pencegahan harus diberikan. Gerakan udara didekat permukaan tanah dapat

bersifat sangat berbahaya dengan gerakan di tempat yang tinggi. Semakin kasar permukaan yang dilalui, semakin tebal lapisan udara.



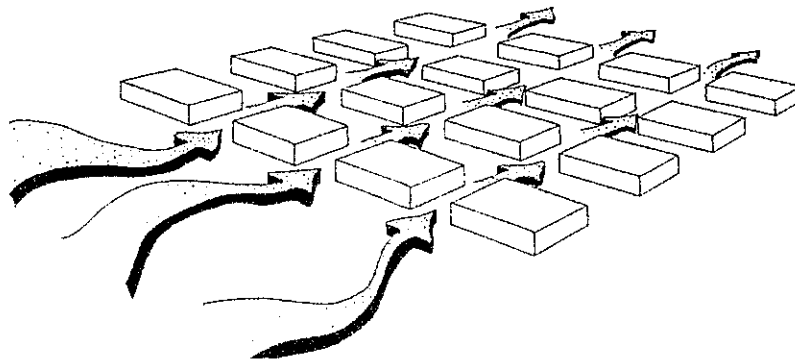
*Gambar10 Tingkat Kecepatan Angin di Permukaan Bumi dan Tempat Ketinggian.
(sumber : S.V. Szokolay, 1990)*

Arah angin sangat menentukan orientasi bangunan. Di daerah lembab diperlukan sirkulasi udara yang terus menerus. Di daerah tropika basah, dinding luas sebuah bangunan terbuka untuk sirkulasi udara lebih besar daripada yang dibutuhkan untuk pencahayaan. Bangunan di daratan harus memperhatikan sifat angin yang kadang-kadang kencang dan hal itu perlu dihindari. Jadi kecuali mempelajari cepat dan lambatnya gerakan angin di suatu daerah, maka perlu juga diketahui arah angin setempat.



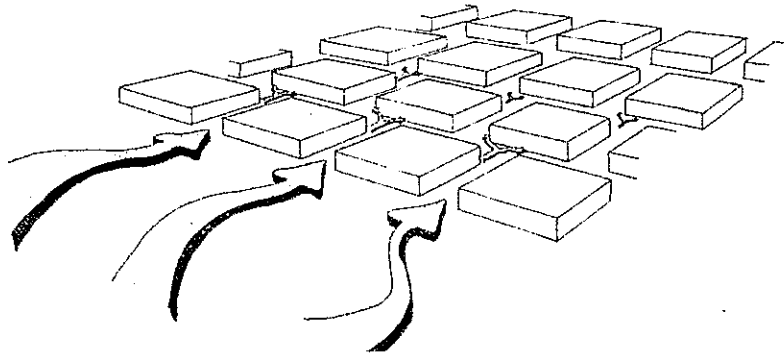
*Gambar11 Gerakan Udara Antara Barisan Rumah yang Rapat dan Sejajar.
(Sumber : Georg. Lippsmeier, 1994)*

untuk daerah panas-lembab, pola penataan bangunan teratur dalam bentuk grid dengan pola jalan yang saling memotong tegak lurus dengan bangunan seperti itu akan menambah hembusan angin yang dapat dimanfaatkan untuk ventilasi di dalam bangunan dan di harapkan menjadi lancar.



*Gambar12 Desain Pola Bangunan yang Memanfaatkan Pergerakan Angin Untuk Ventilasi di Dalam Bangunan.
(sumber : Gideon S. Golany, 1995)*

sedangkan pola penataan bangunan yang mengakibatkan bloking pergerakan udara karena adanya bidang penghambat kurang sesuai untuk iklim panas-lembab dan lebih sesuai untuk daerah beriklim *cold-dry* dan *hot-dry*, karena pola tersebut dipertimbangkan untuk menghambat pengaruh hembusan angin dingin maupun angin yang membawa debu, khususnya malam hari. (Gideon S. Golany, 1995).



*Gambar 13 Desain Pola Bangunan yang Menghambat Pergerakan Angin Untuk Daerah Beriklim Cold-Dry dan Hot-Dry.
(sumber : Gideon S. Golany, 1995)*

Gerakan udara terjadi karena pemanasan lapisan-lapisan udara yang berbeda-beda, skalanya berkisar dari angin sepoi-sepoi hingga angin topan, yakni kekuatan angin 0 – 12 (skala Beaufort).

Angin yang diinginkan, lokal sepoi-sepoi yang memperbaiki iklim makro mempunyai efek khusus dalam perancangan. Gerakan udara yang kuat tidak diharapkan (badai, topan, siklon, tornado) tidak berlaku dalam ukuran pencegahan normal.

Gerakan udara yang terjadi dapat pula terjadi pada permukaan tanah berbeda dengan gerakan udara pada tempat yang tinggi (di atas permukaan tanah). Semakin kasar permukaan yang dilalui semakin tebal lapisan udara yang tertinggal di dasar sehingga menghasilkan perubahan pada arah serta kecepatan udara, dengan demikian topografi udara yang berbukit, vegetasi serta bangunan dapat menghambat atau membelokkan gerakan udara.

Arah angin sangat menentukan orientasi bangunan. Jika di daerah lembab diperlukan sirkulasi udara yang terus-menerus, di daerah kering orang cenderung membiarkan sirkulasi udara hanya pada waktu dingin atau waktu malam hari. Karena itu di daerah tropis lembab/basah, dinding-dinding luar bangunan terbuka untuk sirkulasi udara lebih besar dari pada yang dibutuhkan untuk pencahayaan, sedangkan di daerah kering lubang cahaya dibuat kecil daripada diperlukan.

Hasil penelitian kenyamanan suhu dilakukan **Karyono** (1995) dinyatakan bahwa sekitar 95% dari 556 pegawai yang bekerja di Jakarta merasa nyaman pada suhu $26,4^{\circ}\text{C}$ suhu udara, T atau pada $26,7^{\circ}\text{C}$ suhu operasi, T (suhu gabungan rata-rata antara suhu udara dan suhu akibat radiasi). Sementara standart kenyamanan suhu di Indonesia yang berpedaoman pada standart Amerika (ANSA/ASHHRE 55/1992) merekomendasikan suhu nyaman pada $22,5^{\circ}\text{C} - 26^{\circ}\text{C}$ T, atau disederhanakan menjadi $24^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ T. jika dibandingkan hasil penelitian karyono di atas, suhu nyaman pada perencanaan bangunan pengkondisian udara di Jakarta berada sekitar $2,5^{\circ}\text{C}$ T lebih rendah dan ini akan mempunyai implikasi tertentu terhadap penggunaan energi dalam bangunan.

III.4 Rasa Nyaman dan Kenyamanan.

menurut **Wiranto** dalam bukunya "Pelangi Arsitektur, 1997" menyatakan

Ruang depan :

1. Pergerakan udara dengan kecepatan 4,5 – 7,61 m/det.
2. Suhu $23,2^{\circ}\text{C}$ TE.

3. Kelembaban 20%.

Akan sama dengan suhu ruang dengan kondisi, yaitu :

1. Kecepatan udara 4,5 – 7,6 m/det.
2. Suhu 23,2°C.
3. Kelembaban 20%.

Kenyamanan juga didukung oleh faktor-faktor lain, yaitu :

1. Adanya tritisan lebar.
2. Serambi yang luas.
3. Pohon peneduh dan adanya kisi-kisi.

Psikologi Comfort, yaitu :

1. Ideal suhu 25 – 27°C.
2. Kelembaban 40 – 70%.
3. Gerakan udara 0,1 – 1,5 m/det.
4. udara bersih 2,7 m³/orang/jam.

III.5 Perpindahan panas.

Perpindahan panas dari suatu tempat ke tempat lain dapat berlangsung dengan tiga cara yaitu :

- Konduksi
- Konveksi
- Radiasi.

III.6 Perpindahan panas secara konduksi.

Perpindahan panas yang terjadi dari suatu benda ke benda lainnya melalui suatu medium antara disebut perpindahan panas secara konduksi.

Adapun perpindahan panas secara konduksi tergantung pada luas medium yang dilalui, tebal antara, perbedaan temperatur dan konduktifitas medium.

Secara matematis dapat dituliskan sebagai : (Szokolay, SV. 1980)

$$Q_c = kA \frac{\Delta t}{b} \dots \dots \dots (1)$$

Q_c : arus konduksi panas (watt)

k : konduktifitas panas medium ($\text{w/m}^{20}\text{C}$)

Δt : perbedaan temperatur ($^{\circ}\text{C}$).

b : ketebalan bahan/medium (m)

A : luas penampang yang dilalui (m^2)

Persamaan (1) dapat pula ditulis sebagai : (Szokolay, SV. 1980)

$$Q_c = C. A. \Delta t \dots \dots \dots (2)$$

Q_c : arus konduksi panas (watt)

C : konduktifitas bahan ($\text{w/m}^{20}\text{C}$)

Δt : perbedaan temperatur ($^{\circ}\text{C}$).

A : luas penampang yang dilalui (m^2)

Apabila perpindahan panas berlangsung melalui dinding berlapis maka resistansi panas pada dinding dapat ditulis sebagai berikut : (szokolay, SV. 1980)

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n = r_1 b_1 + \dots + r_n b_n = b_1/k_1 + b_2/k_2 + \dots b_n/k_n \dots \dots \dots (3)$$

R : resistensi total dinding ($\text{w/m}^2\text{°C}$)

r_l : resistensi panas tiap lapis bahan dinding ($\text{w/m}^2\text{°C}$)

b_l : ketebalan tiap lapis bahan (m)

k_l : konduktifitas tiap lapis bahan ($\text{w/m}^2\text{°C}$)

i : 1, 2, 3, ...dst

III.7 Perpindahan panas secara konveksi.

Perpindahan panas secara konveksi merupakan perpindahan panas melalui suatu zat atau media air misal adalah udara atau fluida cair yang dapat dirumuskan sebagai berikut ini : (Szokolay, SV. 1980)

$$Q_v = hc. A. \Delta t \dots \dots \dots (4)$$

Q_v : perpindahan konveksi (aliran panas melalui ventilasi = watt)

hc : koefisien konveksi.

Δt : perbedaan temperatur (°C).

A : luas penampang yang dilalui (m^2)

Transformasi panas secara konveksi dapat pula dirumuskan sebagai berikut :
(Szokolay, SV. 1980)

$$Q_v = m. c_p. \Delta t \dots \dots \dots (5)$$

m : massa (kg)

c_p : panas spesifik (j/kg°C)

Δt : perbedaan temperatur antara sumber panas dengan penerima (°C).

III.8 Perpindahan panas secara radiasi.

Perpindahan panas secara radiasi adalah perpindahan panas dengan cara pancaran yang dapat berlangsung tanpa medium antara. Komponen radiasi sinar matahari yang merupakan gelombang elektromagnetik dan memberikan efek panas akibat pancarannya. Panas yang terpancar dari suatu benda dapat dirumuskan sebagai berikut : (Szokolay, SV. 1980)

$$Eb = \sigma (T/100)^4 \dots \dots \dots (6)$$

Eb : rapat pancaran panas

σ : konstanta stefan-boltzman, $5,67 \text{ w/m}^2\text{K}^4$

T : temperatur absolut (K)

III.9 Pengaruh Orientasi Bangunan Terhadap Kenyamanan.

Tiga faktor utama sangat menentukan bagi perletakan bangunan yang tepat (Georg. Lippsmeier, Bangunan Tropis, 1994, alih bahasa Ir. Syamsir Nasution).

Yakni :

1. Radiasi matahari dan tindakan perlindungan.
2. Arah dan kekuatan angin.
3. Topografi.

III.10 Orientasi Bangunan.

Orientasi bangunan harus sesuai dengan faktor-faktor lain, agar memperoleh keuntungan yang sebanyak-banyaknya dari teknik pemanasan dan penyejukan alami (James C. Snyder, Antony J. Catanese, Introduction to Architecture, alih bahasa Pengantar Arsitektur Ir. Hendro Sangkoyo, 1995)

III.11 Arsitektur tropis.

Tropis diambil dari jaman Yunani kuno “tropikos” yang berarti garis balik. Kini pengertian ini berlaku untuk daerah antara kedua garis balik ini, yang meliputi sekitar 40% dari luas permukaan bumi.

Garis balik ini adalah garis lintang $23^{\circ}27'$ utara dan selatan. Garis lintang utara $23^{\circ}27'$ adalah garis balik cancer, disini matahari pada tanggal 22 juni mencapai posisi tegak lurus. Garis lintang $23^{\circ}27'$ adalah garis balik capricorn, dimana matahari pada tanggal 23 desember berada pada posisi tegak lurus.

Pemabagian bumi dengan garis tengah ini tidak mempertimbangkan batas-batas daerah iklim, karena itu sekarang tropis didefinisikan sebagai daerah yang terletak antara garis isotherm 20°C di sebelah utara dan selatan. (Lippsmeier, *Bangunan Tropis*, Erlangga, 1994).

Arsitektur yang mempertimbangkan masalah iklim dikenal dengan arsitektur "Bio Climate" adalah arsitektur yang mengeksplorasi potensi alam khususnya iklim tropis setempat sesuai dengan karakter bangunan. Pendekatan perancangan mengacu pada iklim yang dalam acuannya melalui pertimbangan strategis dan tentu tidak dapat terlepas dari tujuan akhir.

Klasifikasi arsitektur tropis yaitu arsitektur tropis klasik, arsitektur tropis kontemporer, arsitektur semi tropis kontemporer dan arsitektur universal dengan teknologi tropis. Di bawah ini akan dijelaskan pengertian dari masing-masing arsitektur tropis :

- Arsitektur tropis klasik adalah arsitektur yang pemanfaatan pengaruh alamnya secara sederhana saja, seperti bangunan prinsip panggung.
- Arsitektur tropis kontemporer adalah arsitektur tropis dengan penggunaan elemen-elemen bangunannya.
- Arsitektur semi tropis kontemporer adalah arsitektur tropis gabungan sentuhan klasik dengan artifisial pada bagian-bagian yang memang diperlukan.

- Arsitektur universal dengan teknologi tropis adalah arsitektur universal dengan antisipasi iklim melalui cara teknologi, menggunakan arsitektur tradisional dengan menggunakan teknologi modern.

Menurut Maxwell dan Jane (Fry and Drew, 1956), iklim dapat mempengaruhi manusia dan bangunan. Indonesia yang berada pada daerah di iklim sabuk tropis dan termasuk daerah tropis lembab mempunyai karakteristik sebagai berikut :

- Tanah yang basah dengan muka air yang tinggi.
- Gerakan udara yang lambat, dan hujan yang lebat.
- Resiko korosi yang tinggi pada bahan logam (wilayah pantai)
- Beriklim muson.
- Kelembaban tinggi.

Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan, bahwa bahan bangunan di daerah tropis lembab harus tidak menyerap air (waterproofing) dan tahan terhadap korosi, mempunyai time lag perpindahan panas yang kecil.

Salah satu bagian bangunan yang memiliki fungsi penting adalah dinding. Menurut Lippsmeier, 1994), dinding bangunan memiliki fungsi sebagai stabilitas bangunan, perlindungan terhadap hujan, angin dan debu, perlindungan terhadap dingin, perlindungan terhadap kebisingan, pengamanan terhadap gangguan manusia (pencuri) dan hewan.

Menurut Heinz Frick "bentuk dan gaya arsitektur selalu berhubungan erat dengan cara konstruksi dan bahan bangunan yang laku pada jaman itu" (Frick,

1998), sehingga dapat dikatakan bahwa bentuk bangunan selalu berhubungan erat dengan bahan yang dipakai bangunan dengan demikian bahan bangunan juga turut menyumbangkan dalam pemecahan masalah termal bangunan.

Bentuk bangunan juga dipengaruhi oleh orientasi bangunan terhadap sesuatu. Orientasi ini sedikit banyak mempengaruhi tampilan bangunan dan kemampuan bangunan dalam mengantisipasi masalah termal. Menurut Setyo Soetiadji (soetiadji S, 1986) orientasi adalah “suatu posisi relatif suatu bentuk terhadap dasar, arah mata angin, atau terhadap pandangan seseorang yang melihatnya.....dengan berorientasi dan kemudian mengantisipasi kondisi setempat, bangunan kita akan benar-benar menjadi milik lingkungan.....”

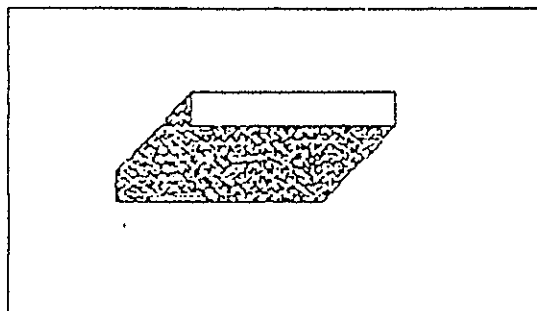
Jenis orientasi menurut Setyo Soetiadji adalah :

- Orientasi terhadap garis edar matahari yang merupakan suatu bagian dari elemen penerangan alami. Namun pada daerah beriklim tropis penyinaran dalam jumlah yang berlebihan akan menimbulkan suatu masalah, sehingga diusahakan adanya elemen-elemen yang dapat mengurangi efek terik matahari.
- Orientasi pada potensi-potensi terdekat, merupakan orientasi yang lebih bernilai pada sesuatu, bangunan dapat mengarah pada suatu tempat atau bangunan tertentu atau cukup dengan suatu nilai orientasi positif yang cukup membuat hubungan filosofis saja.

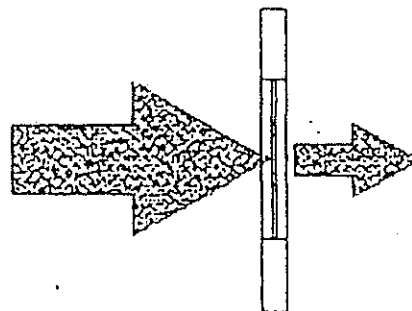
- Orientasi pada arah pandang tertentu, yang biasanya mengarah pada potensi-potensi yang relatif jauh, misalnya arah laut, atau pemandangan alam.

Akibat dari pengaruh orientasi terhadap suatu bangunan, menyebabkan bangunan harus dapat menantisipasi hal-hal negatif yang berkaitan dengan masalah fisika bangunan antara lain masalah termal, tempas air hujan, silau dan lain sebagainya.

Menurut Mangunwijaya, (Wijaya, 1988), matahari menimbulkan gangguan dari panas dan silau cahayanya. Perlindungan yang dapat dilakukan untuk mengantisipasi masalah tersebut dapat menggunakan beberapa cara. Adapun cara tersebut yang dapat dilakukan antara lain dengan cara-cara prinsip pembayangan dan filterisasi / penyaringan cahaya.



Pembayangan



Filtrasi

Cara pematahan sinar matahari dengan sistem pembayangan dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu :

- Garis edar matahari.
- Kondisi lingkungan setempat.
- Bentuk bangunan.

- Fungsi bangunan.

Namun fungsi pembayangan (*Shadding*) itu sendiri di dalam arsitektur tidak hanya sebagai cara antisipasi terhadap sinar matahari, tetapi juga merupakan upaya untuk :

- Membentuk suatu karakter bangunan.
- Komunikasi visual.
- Menimbulkan efek psikologis.

Menurut Amos Rapoport (Rapoport, 1969), iklim merupakan suatu aspek kekuatan penting yang turut menciptakan bentuk dan memiliki pengaruh besar terhadap bentuk-bentuk yang ingin diciptakan oleh manusia. Ini membuktikan bahwa bentuk tidak sekedar diciptakan oleh manusia akan kadarnya namun mempunyai arti penting dalam mengantisipasi masalah iklim dimana mereka tinggal sehingga tercipta suatu bentuk yang sesuai dengan keinginan dan kondisi setempat. Jika dibandingkan apa yang telah dinyatakan oleh Frick maka bentuk juga akan dipengaruhi oleh bahan yang ada di sekitarnya, sehingga tidak akan mungkin terjadi adanya rumah eskimo di lingkungan yang beriklim tropis. Sebenarnya banyak hal yang dapat mempengaruhi bentuk bangunan dalam arsitektur, besar kecilnya pengaruh tersebut ditentukan oleh pengalaman dari perencana bangunan yang merancangnya. Hal-hal tersebut antara lain :

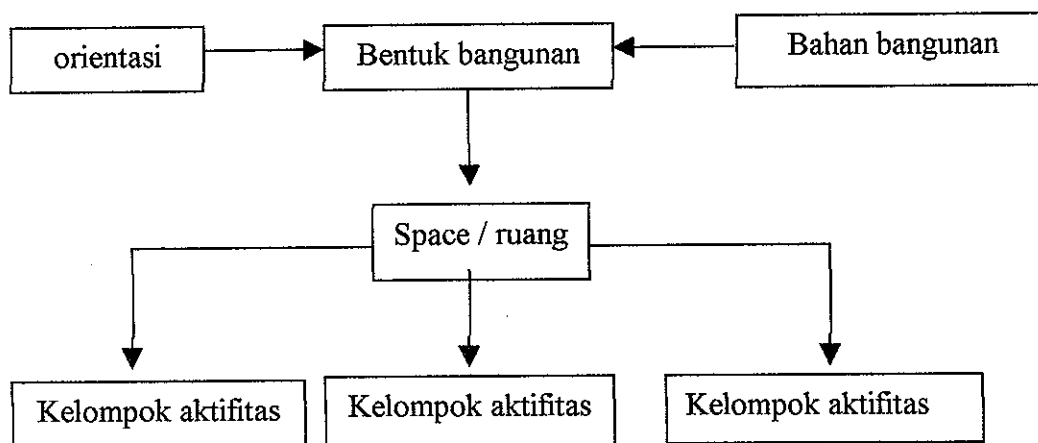
- a. kondisi setempat.

- Sinar matahari.

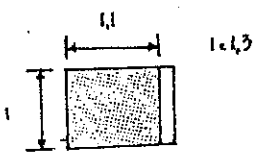
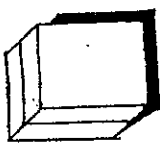
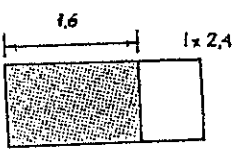
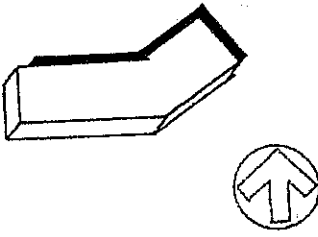
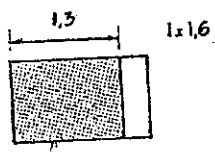
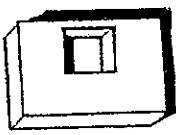
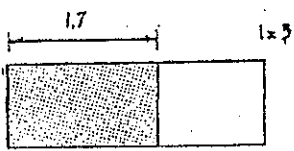

- Angin.
 - Debu
 - Kelembaban.
- b. orientasi.
- Terhadap garis edar matahari.
 - Terhadap potensi visual tertentu.
 - Terhadap potensi keramaian.
 - Terhadap potensi terdekat.
- c. fungsi bangunan
- d. filosofi.
- e. Lingkungan sekitar.
- f. Pengalaman.
- g. Prestise.

Dari hal-hal yang telah dikemukakan pengaruh kondisi iklim tropis kurang menguntungkan terhadap bangunan dapat ditanggulangi dengan cara teknologi, maupun dengan cara tradisional dengan segala kelebihan dan kekurangan. Penanggulangan tersebut dapat dilakukan secara eksternal yang akan terlihat dari orientasi dan bentuk bangunan dengan adanya pematah sinar matahari maupun filterisasi, dan secara internal atau tidak terlihat yaitu dengan pemakaian pengkondisian udara buatan.

Sehingga secara umum dapat dikatakan bahwa secara tidak langsung orientasi akan mempengaruhi bentuk suatu bangunan dan bentuk bangunan itu sendiri juga dipengaruhi oleh bahan bangunan yang digunakan dan iklim setempat bangunan itu berada. Sedangkan hubungan antara bentuk, orientasi bangunan, ruang dalam bangunan serta fungsinya sebagai tempat beraktifitas dapat digambarkan dengan skema sebagai berikut :



Orientasi bangunan yang paling optimum di semua daerah iklim adalah memanjang dari arah timur ke barat dan untuk daerah tropis lembab proporsi yang optimum antara lebar dan panjang adalah 1 : 1,7 dan proporsi yang bagus adalah 1 : 3 (M. David Egan, konsep-konsep dalam kenyamanan thermal, alih bahasa oleh Ir. Rosalia Niniek Srilestari, MT)

| DAERAH IKLIM | BENTUK | CONTOH |
|--------------|---|--|
| Sekk |  |  |
| Sedang |  |  |
| Panas-kereng |  |  |
| Panas-lembab |  |  |

III.12. Rumah.

1. Pengertian.

- ❖ Menurut UU no. 4 1992 rumah adalah yang berfungsi sebagai tempat tinggal atau hunian dan sarana pembinaan keluarga.
- ❖ Perumahan adalah kelompok rumah yang berfungsi sebagai lingkungan tempat tinggal atau lingkungan hunian yang dilengkapi dengan sarana dan prasarana lingkungan.

2. Landasan Filosofis.

- ❖ Rumah merupakan realisasi kehidupan manusia, dimana manusia mampu mengembangkan diri, memenuhi kebutuhannya serta sebagai wadah kegiatan penghuni yang majemuk (Wolf Schoemaker, 1924).
- ❖ Rumah adalah aktualisasi suatu potensi yang meningkatkan seorang menjadi manusia yang utuh adalah yang mempunyai rumah dan menyatu dengan rumahnya baik secara fisik maupun secara sosial atau pomah (Mangunwijaya, 1965).
- ❖ Rumah hanya dapat diungkapkan dengan baik, apabila dikaitkan dengan manusia dan penghuninya (Soeryanto Poespowardoyo, 1982).
- ❖ Manusia mengatur rumah tinggalnya agar dapat menyetakan keberadaan dan identitasnya (M. Heidegger, 1983).

3. Makna Rumah.

- ❖ Dalam pandangan agama islam, rumah berfungsi untuk tempat memberikan pendidikan (agama, tingkah laku, budi pekerti, sosial dan lain-lain), sebagai tempat untuk mencurahkan kasih sayang antara orang tua dan anak, sebagai tempat orang tua untuk mencontohkan sikap hidup dalam rangka mempersiapkan sosok manusia yang mampu melaksanakan dan mengemban tugas sebagai suatu rahmat bagi sekalian alam.
- ❖ Rumah sebagai suatu kebutuhan pokok bagi manusia yang memiliki berbagai fungsi, seperti sebagai perlindungan fisik terhadap iklim atau cuaca (panas, hujan dan udara dingin), sebagai kesatuan sosial, sebagai wadah kegiatan

pendidikan dan juga sebagai wadah interaksi dengan lingkungannya (Eko Budiharjo, 1991).

- ❖ Sebagai tempat pembinaan keluarga, sehingga rumah mencerminkan kebahagiaan keluarga yang menempatinnya.
- ❖ Sebagai tempat kegiatan keluarga. di dalam rumah penghuni harus dapat menjalankan semua kegiatan dengan rasa senang, tentram dan nyama.
- ❖ Sebagai wadah sosialisasi. Rumah merupakan tempat dimana penghuni melangsungkan proses sosialisasi dengan masyarakat sekitarnya.
- ❖ Memberikan rasa nyaman dan ketenangan baik secara fisik maupun non fisik sehingga diperoleh ketenangan-jasmani dan rohani.

III.13 Hipotesa.

Berdasarkan analisa pola pembayangan dengan diagram matahari dapat diambil suatu hipotesa, bahwa bangunan di Perumahan Wonorejo Surakarta yang memiliki arah orientasi menghadap utara memiliki kemampuan penurunan panas yang lebih baik dibandingkan dengan arah orientasi yang lain.

BAB IV

METODE PENELITIAN

Untuk mendekati permasalahan secara tajam dan tepat maka dilakukan dengan membuat prediksi-prediksi terhadap permasalahan yang timbul dengan menetapkan hipotesis secara cermat dan variabel secara terbatas.

Kajian kenyamanan thermal bangunan dilakukan dengan metode analisis kuantitatif. Persyaratan kenyamanan berdasarkan beberapa penelitian yang pernah dilakukan untuk daerah tropis panas lembab mempunyai kelebihan dan kekurangan pada masing-masing metodenya.

IV.1 Variabel penelitian.

Untuk mengetahui pengaruh orientasi bangunan terhadap penurunan panas pada rumah-rumah di kawasan perumahan Wonorejo Surakarta ini maka dilakukan pengukuran temperatur/suhu di dalam dan di luar bangunan karena jumlah bangunan yang cukup banyak untuk tiap arah orientasi bangunan diambil dua titik ukur yaitu pada bagian tepi dan bagian tengah dari deretan bangunan, selain temperatur ruang juga diukur temperatur muka luar dan muka dinding dalam untuk mengetahui tingkat / besar konduktifitas dari dinding bangunan.

Data kuantitatif berupa temperatur kering pada ruang di dalam bangunan tersebut, diolah guna memperoleh nilai temperatur efektif dengan asumsi udara di dalam ruang tersebut tidak bergerak.

Pendekatan digunakan dengan metode kualitatif yaitu dari data-data kuantitatif yang diperoleh dijabarkan menjadi bentuk grafik yang akan diperbandingkan.

Variabel yang diamati digolongkan menjadi tiga bagian, yaitu :

- Variabel bebas
- Variabel terikat
- Variabel kontrol

Variabel bebas, sesuai dengan judul terpilih yaitu :”Pengaruh orientasi bangunan terhadap penurunan panas pada rumah tinggal di perumahan Wonorejo Surakarta”, maka yang menjadi variabel bebas adalah orientasi bangunan.

Variabel terikat, variabel terikat di sini adalah variabel yang di pengaruhi oleh variabel bebas yaitu penurunan panas. Variabel yang dipilih untuk menguji hipotesa adalah variabel terikat, yaitu :

- Temperatur permukaan tiap-tiap arah orientasi bangunan
- Temperatur ruang tiap-tiap arah orientasi bangunan.
- Temperatur lingkungan.
- Kelembaban.
- Temperatur efektif.

Variabel kontrol, variabel kontrol di sini berfungsi sebagai pengontrol fariabel-variabel yang muncul di dalam penelitian agar penelitian tidak menjadi bias. Variabel kontrol tersebut adalah diagram kenyamanan dan diagram psikometrik.

IV.2 Lokasi penelitian.

Lokasi penelitian terletak di kawasan perumahan Wonorejo Surakarta yang tepatnya berada di wilayah Surakarta bagian utara dan perbatasan dengan Wilayah Dati II Karanganyar.

IV.3 Sumber data.

Yang merupakan data dalam suatu penelitian merupakan subyek dari mana data tersebut dapat diperoleh. Pada penelitian ini digunakan teknik observasi, maka sumber data wujudnya dapat beragam, dapat berupa benda, tindakan atau proses tertentu. Terdapat dua macam data penelitian ini berdasarkan asal data yaitu data internal dan data eksternal.

Data internal merupakan data yang diperoleh langsung dari obyek penelitian antara lain :

- Elemen dan detail dari bangunan yang diamati.
- Denah, tampak dari pengamatan dan pengukuran di lapangan.
- Data tentang iklim dan kenyamanan di bangunan.

Data eksternal yaitu data yang diperoleh dari luar obyek penelitian diantaranya adalah :

- Data geografis obyek pengamatan mengenai posisi lintang dan bujur.
- Data klimatologis pada daerah observasi.
- Berbagai literatur mengenai arsitektur tropis dan kenyamanan thermal.

IV.4 Cara pencarian data.

Tahap pengumpulan data dilakukan dalam upaya mendapatkan data-data yang akurat sehingga mempertinggi kualitas hasil analisa. Data yang ada berupa data primer dan data sekunder. Cara pengumpulan data diantaranya menggunakan :

❖ Teknik observasi/survey.

Observasi langsung yaitu observasi yang dilakukan di tempat kejadian atau tempat terjadinya fenomena dari penelitian yang diamati. Pengamatan lapangan dilakukan untuk mengetahui kondisi lokasi penelitian dengan lebih teliti sebelum melakukan penelitian.

❖ Teknik pengukuran.

Pengukuran yang dilakukan adalah pengukuran terhadap obyek penelitian yang dilakukan di lokasi penelitian. Pengukuran kondisi iklim mikro dilakukan setelah menentukan titik ukur. Pengukuran dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut :

- Pengukuran dilakukan pada kondisi cuaca yang sama.
- Pengukuran dilakukan setiap interval jam yang sama dalam satu hari penuh.

❖ Teknik interview.

Untuk memperoleh data secara lisan dari sumber yang berkompeten.

❖ Teknik dokumentasi.

Untuk mendapatkan data grafis sebagai materi analisis grafis.

❖ Teknik inventarisasi.

Yaitu menginventarisasi serta mengelompokan data yang berkaitan dengan penelitian berupa data literatur, data teknis , data kompilasi, data pengukuran, dan data yang melengkapi semua data di lapangan, diperlukan data dari dokumentasi berupa gambar obyek penelitian.

IV.5 Langkah kerja.

Setelah diidentifikasi permasalahan yang ada, ditentukan hipotesa kemudian dilakukan pendataan sesuai dengan tujuan penelitian.

Langkah pokok dalam penelitian ini adalah :

- a. menentukan variabel permasalahan yang ada.
- b. Pengumpulan data, terbagi menjadi :
 1. Data kepustakaan berupa teori-teori yang berhubungan dengan fisika bangunan, bentuk dan orientasi.
 2. Data lapangan berupa :
 - Data bangunan (gambar kerja)
 - Data pengukuran.
 3. Pengukuran.
 - Pengukuran suhu permukaan pada fasade bangunan dan didalam bangunan dilakukan pada masing-masing arah orientasi bangunan.

- pengukuran dilakukan selama satu hari penuh dari jam 06.00 - 04.00 dengan interval pengukuran 2 jam dan dalam jangka waktu yang bersamaan pada semua titik ukur yang telah ditentukan.
 - perbedaan suhu udara di luar ruangan dan di dalam ruangan, pengukuran menggunakan *dry bulb thermometer*, hasil pengukuran di luar dan di dalam ruangan akan diketahui perbedaan suhunya.
4. analisis yang berisi tentang pembuktian hipotesa berdasarkan pengukuran dan analisa secara kualitatif.

IV.6 Perhitungan.

Dari data temperatur kering dan kelembaban dihitung besarnya temperatur efektif di dalam dan di luar ruangan dengan berdasarkan diagram psikometrik (Szokolay, SV.1980).

IV.7 Alat-alat penelitian.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

- Surface thermometer
- Dry Bulb Thermometer
- Meteran gulung
- Stopwatch

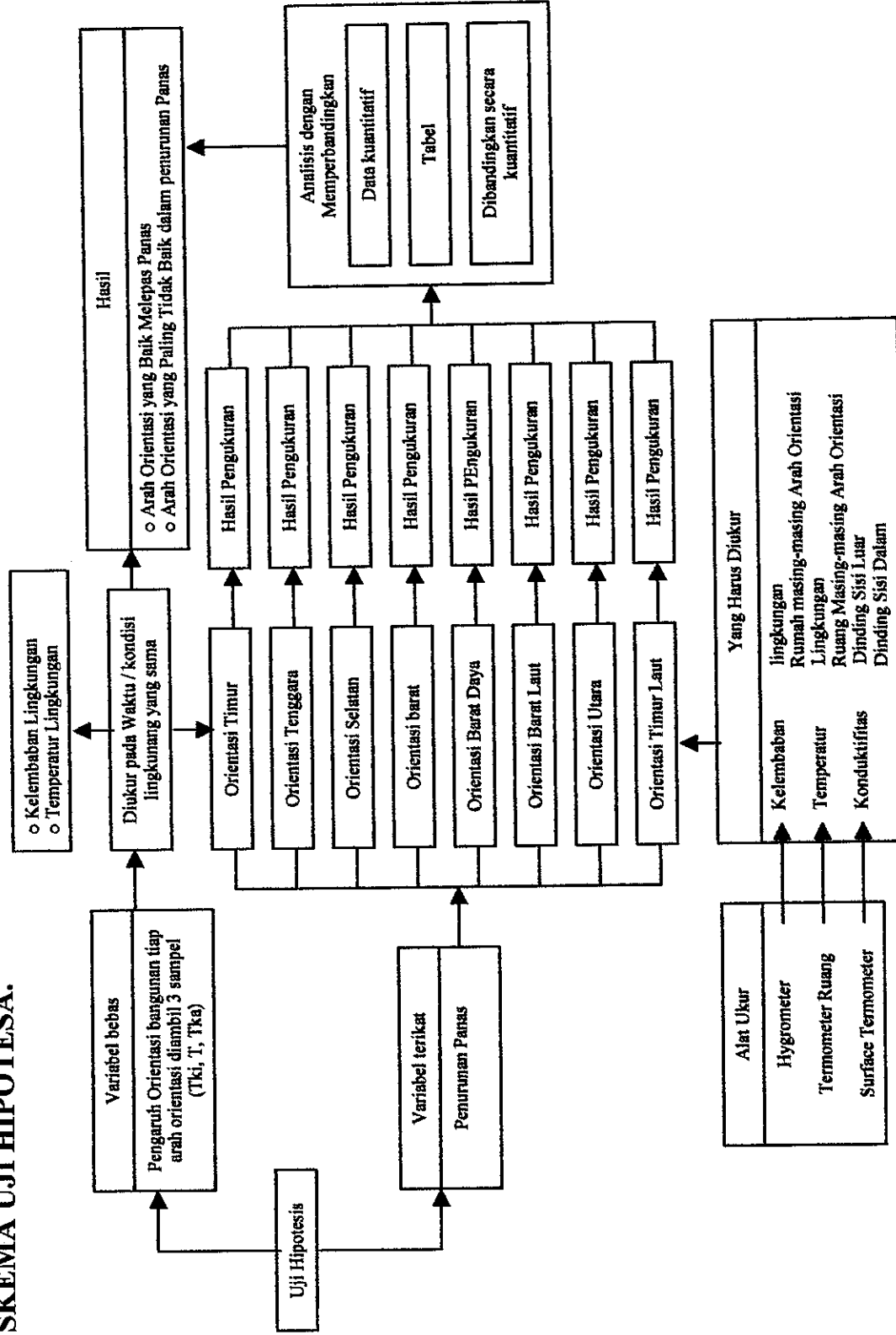
- Kamera



IV.8 Analisa data.

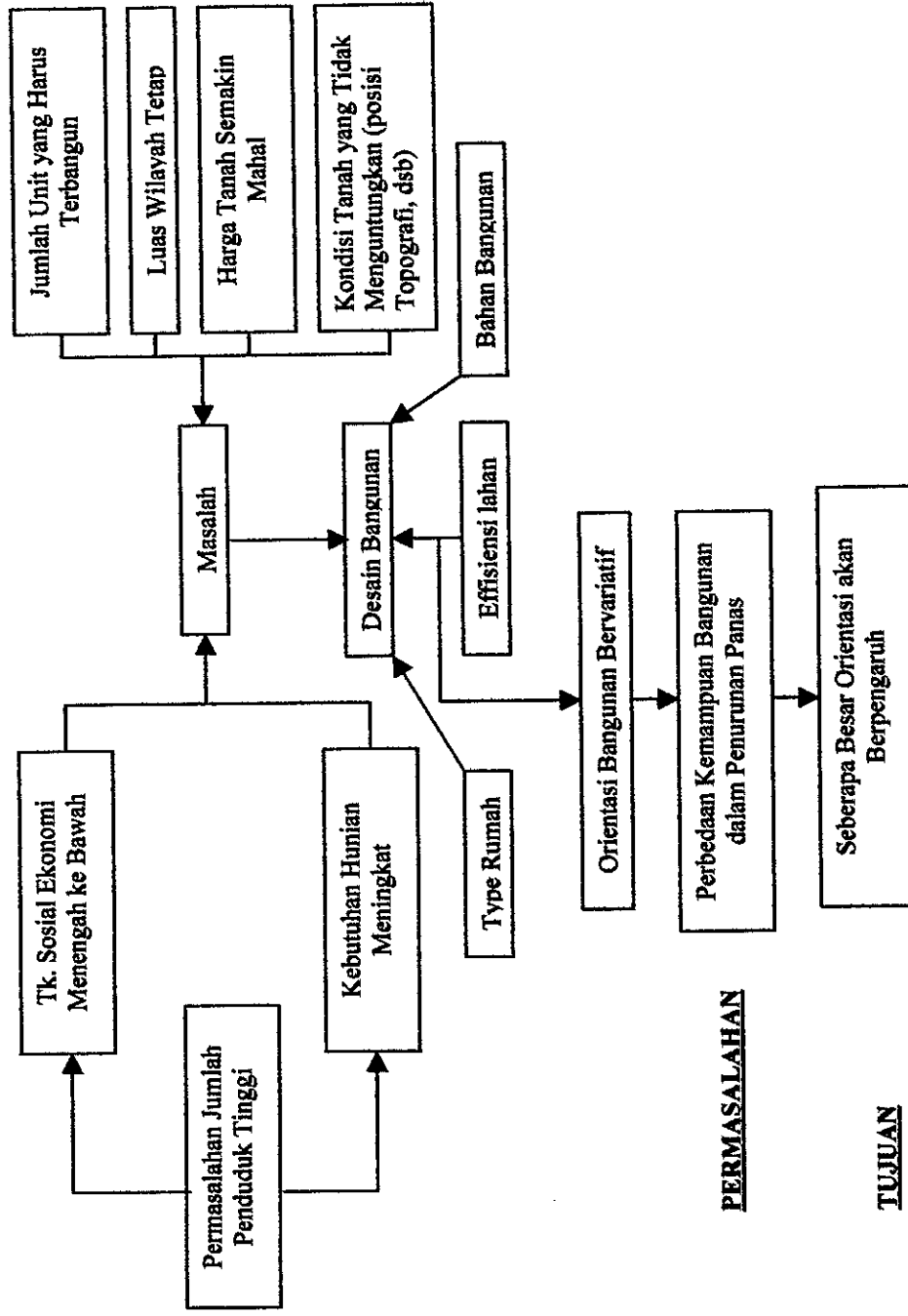
Terhadap data kuantitatif yang berupa temperatur luar, temperatur dalam , kelembaban luar , dan kelembaban dalam yang didapat dari pengukuran dan perhitungan dijabarkan dalam suatu grafik kemudian dianalisa dengan teknik komparatif membandingkan secara kualitatif antara masing-masing arah orientasi untuk mengetahui seberapa jauh perbedaan penurunan panas. (Contoh tabel pengukuran lihat pada lampiran).

SKEMA UJI HIPOTESA.



Gambar : Skema Uji Hipotesa

LATAR BELAKANG PERMASALAHAN.

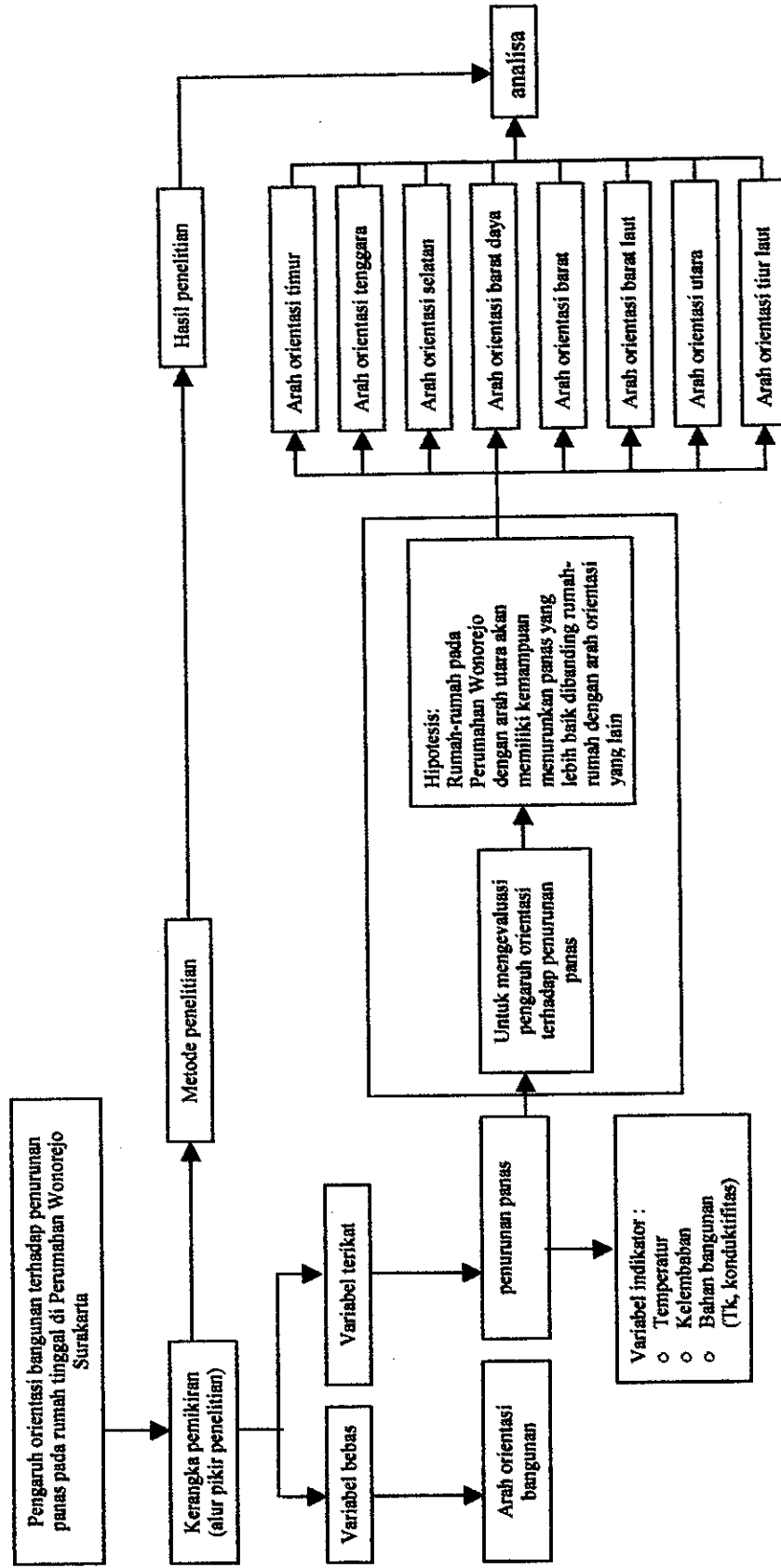


PERMASALAHAN

TUJUAN

Gambar : Skema Latar Belakang Permasalahan

SKEMA ALUR PIKIR PENELITIAN.



Gambar : Skema Alur Pikir Penelitian

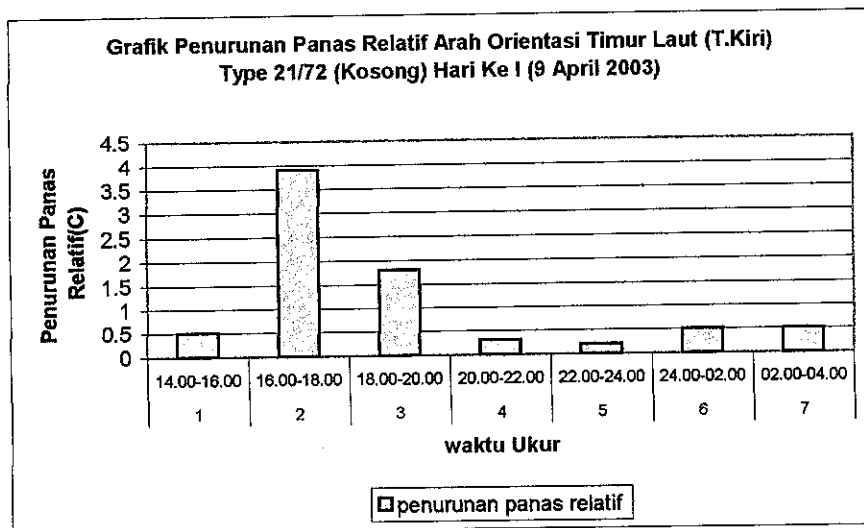
BAB V

ANALISA

Dalam bab ini akan disajikan hasil penelitian berupa data penurunan panas. kemudian data tersebut dijabarkan dalam bentuk grafik untuk dilakukan analisa secara kualitatif dan dilakukan pembahasan hasil grafik tersebut yang berhubungan antara pengaruh orientasi terhadap penurunan panas pada rumah tinggal di perumahan Wonorejo Surakarta. Dari pembahasan tersebut diharapkan dapat diketahui pengaruh orientasi terhadap penurunan panas pada rumah tinggal di perumahan Wonorejo Surakarta. Pembahasan dikhususkan pada rumah-rumah yang masih belum didiami/kosong dengan pertimbangan penurunan panas yang terjadi tidak terpengaruh oleh jumlah penghuni, alat-alat listrik yang digunakan seperti televisi, kompor, setrika dan lain-lain yang tentunya juga mengeluarkan panas. Dengan memperbandingkan rumah-rumah tinggal yang masih kosong dengan jenis dan type yang sama diharapkan akan diketahui seberapa besar pengaruh orientasi bangunan terhadap penurunan panas pada rumah tinggal di perumahan Wonorejo Surakarta.

5.1 Pengukuran Pada Masing-Masing Arah Orientasi Untuk Rumah Type 21/72

Pada gambar 01 disajikan grafik penurunan suhu dari jam 14.00 sampai dengan jam 04.00. arah orientasi Timur laut (T.Kiri) type 21/72 (Kosong) hari ke I (9 April 2003).



*grafik 01 Arah Orientasi Timur Laut (T.Kiri) Tpe 21/72 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
sumber : hasil pengukuran di lapangan*

Pada grafik 01 tampak bahwa penurunan suhu terjadi setelah pukul 14.00 karena pada pukul 14.00 mulai terjadi pembayangan pada dua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. Pada pukul 14.00-16.00 penurunan suhu yang terjadi sebesar $0,5^{\circ}\text{C}$. pada pukul 16.00-18.00 penurunan suhu cukup besar yaitu sebesar $3,9^{\circ}\text{C}$, hal ini disebabkan karena pembayangan yang terjadi sejak pukul 14.00 pada kedua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. (gambar pembayangan dapat dilihat pada lampiran). Pada pukul 18.00-20.00 terjadi penurunan suhu sebesar $1,8^{\circ}\text{C}$. Pada pukul 20.00-22.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,3^{\circ}\text{C}$. pada pukul 22.00-24.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,2^{\circ}\text{C}$. pada pukul 24.00-02.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,5^{\circ}\text{C}$ sedangkan pada pukul 02.00-04.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,5^{\circ}\text{C}$. antara pukul 18.00-04.00 penurunan suhu relatif lambat.

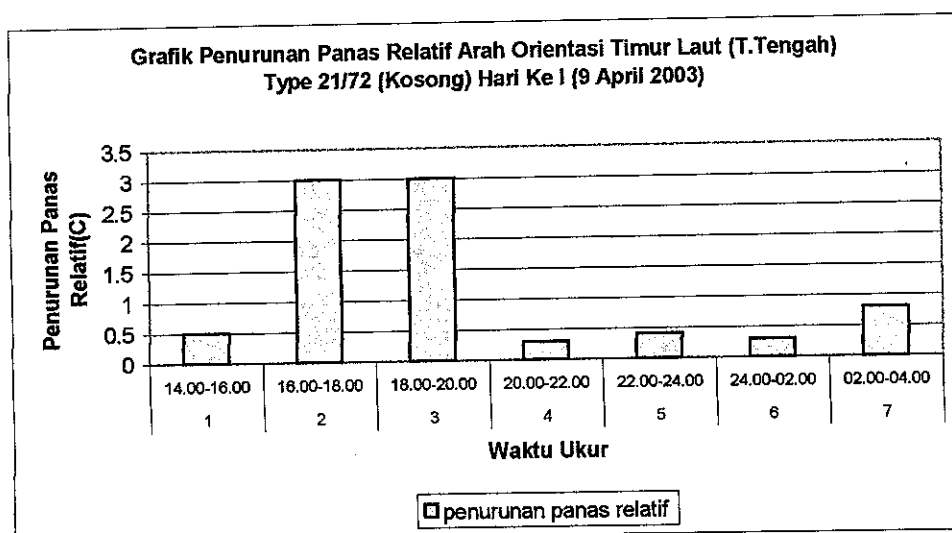
Tabel 01 arah orientasi Timur Laut (T.kiri) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
 Sumber : hasil pengukuran di lapangan.

Arah Orientasi Timur Laut (T.Kiri) Type 21/72 (Kosong)
Hari Ke I (9 April 2003)

| No. | waktu ukur | penurunan panas relatif |
|-----------------------------|-------------|-------------------------|
| 1 | 14.00-16.00 | 0,5 |
| 2 | 16.00-18.00 | 3,9 |
| 3 | 18.00-20.00 | 1,8 |
| 4 | 20.00-22.00 | 0,3 |
| 5 | 22.00-24.00 | 0,2 |
| 6 | 24.00-02.00 | 0,5 |
| 7 | 02.00-04.00 | 0,5 |
| Jumlah | | 7,7 |
| rata-rata penurunan | | 1,1 |
| penurunan panas relatif/jam | | 0,55 |

Pada tabel 01 tampak bahwa antara pukul 14.00-04.00 terjadi penurunan suhu total sebesar 7,7°C dengan rata-rata penurunan panas relatif/jam nya sebesar 0,55°C.

Pada gambar 02 disajikan grafik penurunan suhu dari jam 14.00 sampai dengan jam 04.00. arah orientasi Timur laut (T.Tengah) type 21/72 (Kosong) hari ke I (9 April 2003).



grafik 02 arah orientasi TimurLaut (T.Tengah) Type 21.72 Hari Ke I (9 April 2003)
 sumber : Hasil pengukuran di lapangan.

Pada grafik 02 tampak bahwa penurunan suhu terjadi setelah pukul 14.00 karena pada pukul 14.00 mulai terjadi pembayangan pada dua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. Pada pukul 14.00-16.00 penurunan suhu yang terjadi sebesar $0,5^{\circ}\text{C}$. pada pukul 16.00-18.00 penurunan suhu cukup besar yaitu sebesar 3°C , hal ini disebabkan karena pembayangan yang terjadi sejak pukul 14.00 pada kedua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. (gambar pembayangan dapat dilihat pada lampiran). Pada pukul 18.00-20.00 terjadi penurunan suhu sebesar 3°C . Pada pukul 20.00-22.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,3^{\circ}\text{C}$. pada pukul 22.00-24.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,4^{\circ}\text{C}$. pada pukul 24.00-02.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,3^{\circ}\text{C}$ sedangkan pada pukul 02.00-04.00 terjadi penurunan suhu panas sebesar $0,8^{\circ}\text{C}$. antara pukul 20.00-04.00 penurunan suhu relatif lambat.

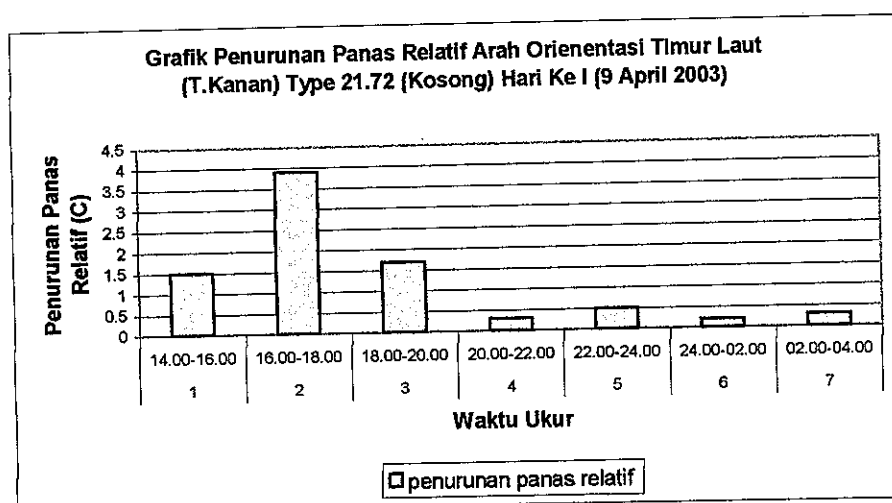
Tabel 02 Arah Orientasi Timur Laut (T.Tengah) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
Sumber : Hasil pengukuran di Lapangan

Arah Orientasi Timur Laut (T.Tengah) Type 21/72 (Kosong)
Hari Ke I (9 April 2003)

| No. | waktu ukur | penurunan panas relatif |
|-----------------------------|-------------|-------------------------|
| 1 | 14.00-16.00 | 0,5 |
| 2 | 16.00-18.00 | 3 |
| 3 | 18.00-20.00 | 3 |
| 4 | 20.00-22.00 | 0,3 |
| 5 | 22.00-24.00 | 0,4 |
| 6 | 24.00-02.00 | 0,3 |
| 7 | 02.00-04.00 | 0,8 |
| Jumlah | | 8,3 |
| rata-rata penurunan | | 1,185714286 |
| penurunan panas relatif/jam | | 0,592857143 |

Pada tabel 02 tampak bahwa antara pukul 14.00-04.00 terjadi penurunan suhu total sebesar $8,3^{\circ}\text{C}$ dengan rata-rata penurunan panas relatif/jam nya sebesar $0,59^{\circ}\text{C}$.

Pada gambar 03 disajikan grafik penurunan suhu dari jam 14.00 sampai dengan jam 04.00. arah orientasi Timur laut (T.Kanan) type 21/72 (Kosong) hari ke I (9 April 2003).



*Grafik 03 Arah Orientasi Timur Laut (T.Kanan) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
Sumber : Hasil pengukuran di Lapangan.*

Pada grafik 03 tampak bahwa penurunan suhu terjadi setelah pukul 14.00 karena pada pukul 14.00 mulai terjadi pembayangan pada dua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. Pada pukul 14.00-16.00 penurunan suhu yang terjadi sebesar $1,5^{\circ}\text{C}$. pada pukul 16.00-18.00 penurunan suhu cukup besar yaitu sebesar $3,9^{\circ}\text{C}$, hal ini disebabkan karena pembayangan yang terjadi sejak pukul 14.00 pada kedua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. (gambar pembayangan dapat dilihat pada lampiran). Pada pukul 18.00-20.00 terjadi

penurunan suhu sebesar $1,7^{\circ}\text{C}$. Pada pukul 20.00-22.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,3^{\circ}\text{C}$. pada pukul 22.00-24.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,5^{\circ}\text{C}$. pada pukul 24.00-02.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,2^{\circ}\text{C}$ sedangkan pada pukul 02.00-04.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,3^{\circ}\text{C}$. antara pukul 18.00-04.00 penurunan suhu relatif lambat.

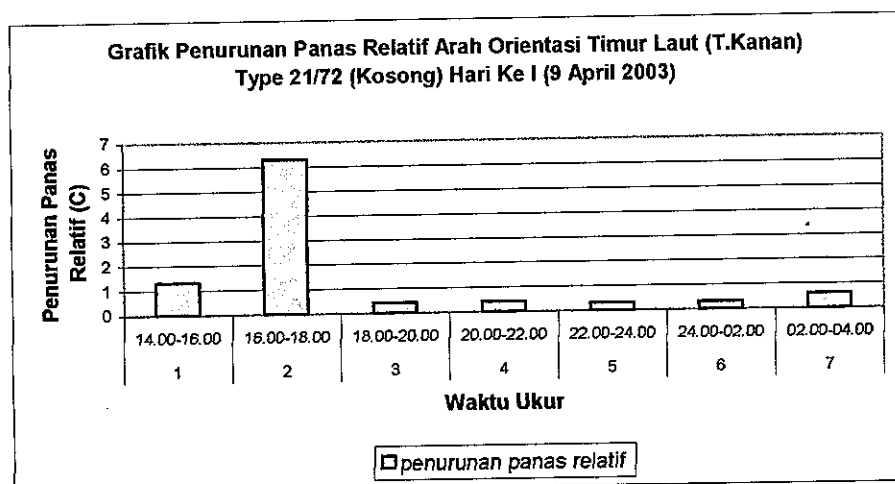
Tabel 03 Arah Orientasi Timur Laut (T.Kanan) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
Sumber : Hasil pengukuran di lapangan.

Arah Orientasi Timur Laut (T.Kanan) Type 21/72 (Kosong)
Hari Ke I (9 April 2003)

| No. | waktu ukur | penurunan panas relatif |
|-----------------------------|-------------|-------------------------|
| 1 | 14.00-16.00 | 1,5 |
| 2 | 16.00-18.00 | 3,9 |
| 3 | 18.00-20.00 | 1,7 |
| 4 | 20.00-22.00 | 0,3 |
| 5 | 22.00-24.00 | 0,5 |
| 6 | 24.00-02.00 | 0,2 |
| 7 | 02.00-04.00 | 0,3 |
| jumlah | | 8,4 |
| rata-rata penurunan | | 1,2 |
| penurunan panas relatif/jam | | 0,6 |

Pada tabel 03 tampak bahwa antara pukul 14.00-04.00 terjadi penurunan suhu total sebesar $8,4^{\circ}\text{C}$ dengan rata-rata penurunan panas relatif/jam nya sebesar $0,6^{\circ}\text{C}$.

Pada gambar 04 disajikan grafik penurunan suhu dari jam 14.00 sampai dengan jam 04.00. arah orientasi Timur laut (T.Kanan) type 21/72 (Kosong) hari ke I (9 April 2003).



*Grafik 04 Arah Orientasi Timur Laut (T.Kanan) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
Sumber : Hasil Pengukuran di Lapangan.*

Pada grafik 04 tampak bahwa penurunan suhu terjadi setelah pukul 14.00 karena pada pukul 14.00 mulai terjadi pembayangan pada dua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. Pada pukul 14.00-16.00 penurunan suhu yang terjadi sebesar 1,3°C. pada pukul 16.00-18.00 penurunan suhu cukup besar yaitu sebesar 6,3°C, hal ini disebabkan karena pembayangan yang terjadi sejak dari pukul 14.00 pada kedua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. (gambar pembayangan dapat dilihat pada lampiran). Pada pukul 18.00-20.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,4°C. Pada pukul 20.00-22.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,4°C. pada pukul 22.00-24.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,3°C. pada pukul 24.00-02.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,3°C sedangkan pada pukul 02.00-04.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,6°C. antara pukul 18.00-04.00 penurunan suhu relatif lambat.

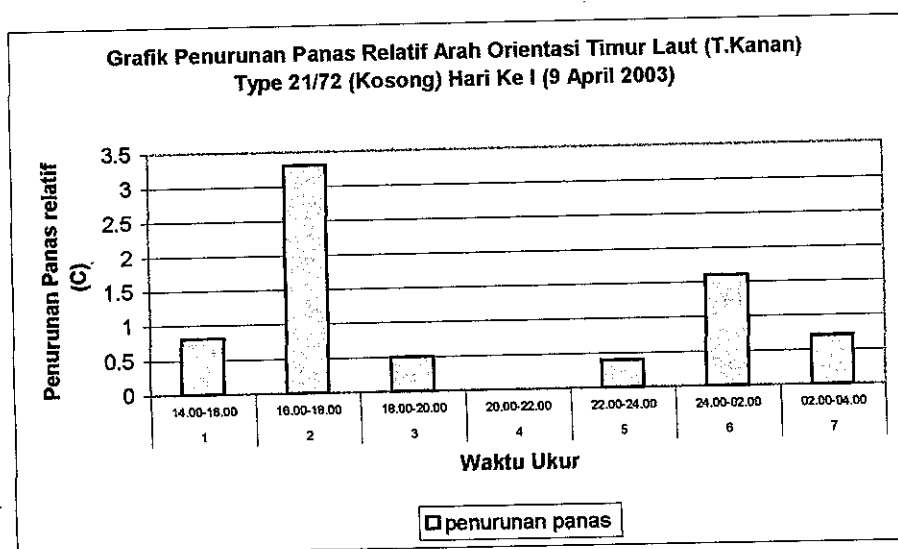
Tabel 04 Arah Orientasi Timur Laut (T.Kanan) Type 21/72 (kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
Sumber : Hasil Pengukuran di Lapangan.

**Arah Orientasi Timur Laut (T.Kanan) Type 21/72 (Kosong)
 Hari Ke I (9 April 2003)**

| No. | waktu-ukur | penurunan panas relatif |
|-----------------------------|-------------|-------------------------|
| 1 | 14.00-16.00 | 1,3 |
| 2 | 16.00-18.00 | 6,3 |
| 3 | 18.00-20.00 | 0,4 |
| 4 | 20.00-22.00 | 0,4 |
| 5 | 22.00-24.00 | 0,3 |
| 6 | 24.00-02.00 | 0,3 |
| 7 | 02.00-04.00 | 0,6 |
| Jumlah | | 9,6 |
| rata-rata penurunan | | 1,371428571 |
| penurunan panas relatif/jam | | 0,685714286 |

Pada tabel 04 tampak bahwa antara pukul 14.00-04.00 terjadi penurunan suhu total sebesar 9,6°C dengan rata-rata penurunan panas relatif/jam nya sebesar 0,68°C.

Pada gambar 05 disajikan grafik penurunan suhu dari jam 14.00 sampai dengan jam 04.00. arah orientasi Timur laut (T.Kanan) type 21/72 (Kosong) hari ke I (9 April 2003).



grafik 05 Arah Orientasi Timur Laut (T.Kanan) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
sumber : Hasil Pengukuran di Lapangan.

Pada grafik 05 tampak bahwa penurunan suhu terjadi setelah pukul 14.00 karena pada pukul 14.00 mulai terjadi pembayangan pada dua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. Pada pukul 14.00-16.00 penurunan suhu yang terjadi sebesar $0,8^{\circ}\text{C}$. pada pukul 16.00-18.00 penurunan suhu cukup besar yaitu sebesar $3,3^{\circ}\text{C}$, hal ini disebabkan karena pembayangan yang terjadi sejak pukul 14.00 pada kedua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. (gambar pembayangan dapat dilihat pada lampiran). Pada pukul 18.00-20.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,5^{\circ}\text{C}$. Pada pukul 20.00-22.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0°C . pada pukul 22.00-24.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,4^{\circ}\text{C}$. pada pukul 24.00-02.00 terjadi penurunan suhu sebesar $1,6^{\circ}\text{C}$ sedangkan pada pukul 02.00-04.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,7^{\circ}\text{C}$. antara pukul 18.00-04.00 penurunan suhu relatif lambat.

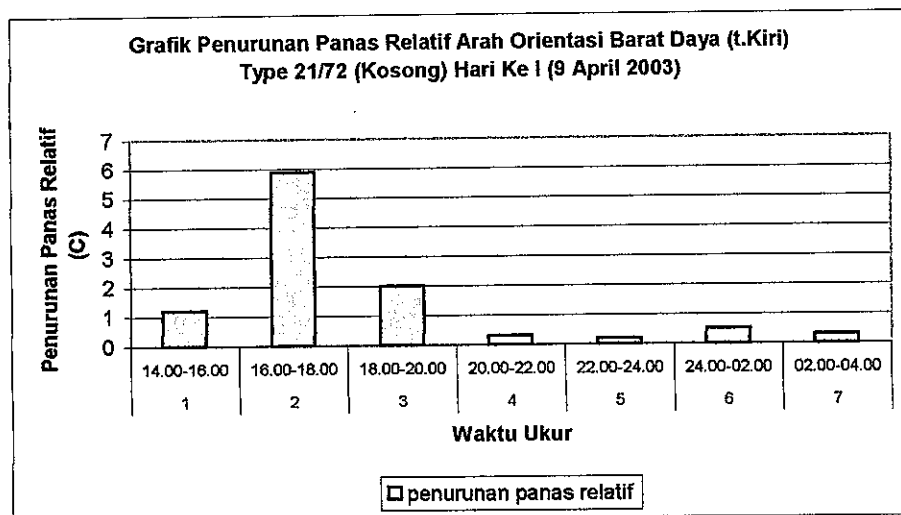
Tabel 05 Arah Orientasi Timur Laut (t.Kanan) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
Sumber : Hasil Pengukuran di Lapangan

Arah Orientasi Timur Laut (T.Kanan) Type 21/72 (Kosong)
Hari Ke I (9 April 2003)

| No. | waktu ukur | penurunan panas relatif |
|-----------------------------|-------------|-------------------------|
| 1 | 14.00-16.00 | 0,8 |
| 2 | 16.00-18.00 | 3,3 |
| 3 | 18.00-20.00 | 0,5 |
| 4 | 20.00-22.00 | 0 |
| 5 | 22.00-24.00 | 0,4 |
| 6 | 24.00-02.00 | 1,6 |
| 7 | 02.00-04.00 | 0,7 |
| jumlah | | 7,3 |
| rata-rata penurunan | | 1,042857143 |
| penurunan panas relatif/jam | | 0,521428571 |

Pada tabel 05 tampak bahwa antara pukul 14.00-04.00 terjadi penurunan suhu total sebesar $7,3^{\circ}\text{C}$ dengan rata-rata penurunan panas relatif/jam nya sebesar $0,52^{\circ}\text{C}$.

Pada gambar 06 disajikan grafik penurunan suhu dari jam 14.00 sampai dengan jam 04.00. arah orientasi Barat Daya (T.Kiri) type 21/72 (Kosong) hari ke I (9 April 2003).



*Grafik 06 Arah Orientasi Barat Daya (T.Kiri) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
Sumber : Hasil Pengukuran di Lapangan.*

Pada grafik 06 tampak bahwa penurunan suhu terjadi setelah pukul 14.00 karena pada pukul 14.00 mulai terjadi pembayangan pada dua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. Pada pukul 14.00-16.00 penurunan suhu yang terjadi sebesar $1,2^{\circ}\text{C}$. pada pukul 16.00-18.00 penurunan suhu cukup besar yaitu sebesar $5,9^{\circ}\text{C}$, hal ini disebabkan karena pembayangan yang terjadi sejak pukul 14.00 pada kedua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. (gambar pembayangan dapat dilihat pada lampiran). Pada pukul 18.00-20.00 terjadi

penurunan suhu sebesar 2°C . Pada pukul 20.00-22.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,3^{\circ}\text{C}$. pada pukul 22.00-24.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,2^{\circ}\text{C}$. pada pukul 24.00-02.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,5^{\circ}\text{C}$ sedangkan pada pukul 02.00-04.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,3^{\circ}\text{C}$. antara pukul 18.00-04.00 penurunan suhu relatif lambat.

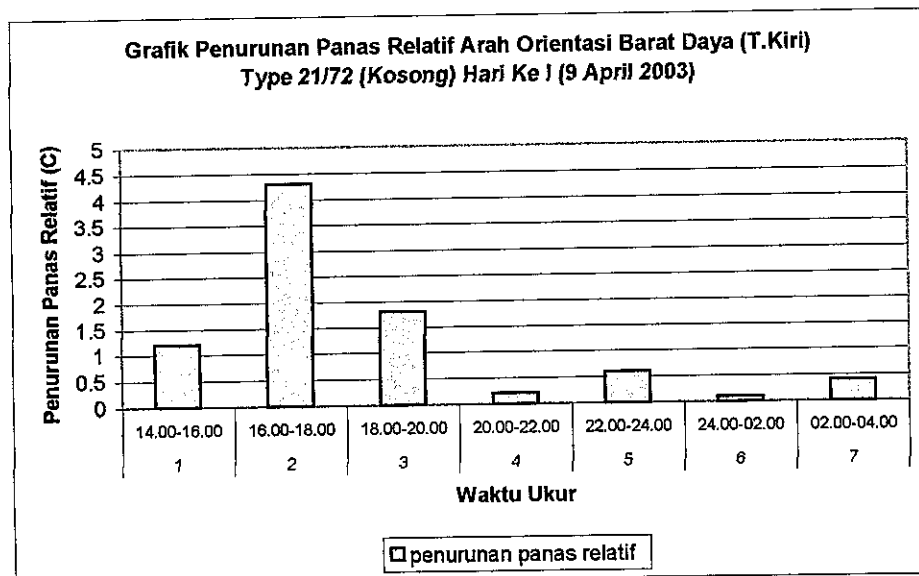
Tabel 06 Arah Orientasi Barat Daya (T.Kiri) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
Sumber : Hasil Pengukuran di Lapangan.

Arah Orientasi Barat Daya (T.Kiri) Type 21/72 (Kosong)
Hari Ke I (9 April 2003)

| No. | waktu ukur | penurunan panas |
|---------------------|-------------|-----------------|
| 1 | 14.00-16.00 | 1,2 |
| 2 | 16.00-18.00 | 5,9 |
| 3 | 18.00-20.00 | 2 |
| 4 | 20.00-22.00 | 0,3 |
| 5 | 22.00-24.00 | 0,2 |
| 6 | 24.00-02.00 | 0,5 |
| 7 | 02.00-04.00 | 0,3 |
| jumlah | | 10,4 |
| rata-rata penurunan | | 1,485714286 |
| penurunan panas/jam | | 0,742857143 |

Pada tabel 06 tampak bahwa antara pukul 14.00-04.00 terjadi penurunan suhu total sebesar $10,4^{\circ}\text{C}$ dengan rata-rata penurunan panas relatif/jam nya sebesar $0,74^{\circ}\text{C}$.

Pada gambar 07 disajikan grafik penurunan suhu dari jam 14.00 sampai dengan jam 04.00. arah orientasi Barat Daya (T.Kiri) type 21/72 (Kosong) hari ke I (9 April 2003).



*Grafik 07 Arah Orientasi Barat Daya (T.Kiri) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
Sumber : Hasil Pengukuran di Lapangan*

Pada grafik 07 tampak bahwa penurunan suhu terjadi setelah pukul 14.00 karena pada pukul 14.00 mulai terjadi pembayangan pada kedua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. Pada pukul 14.00-16.00 penurunan suhu yang terjadi sebesar 1,2°C. pada pukul 16.00-18.00 penurunan suhu cukup besar yaitu sebesar 4,3°C, hal ini disebabkan karena pembayangan yang terjadi sejak pukul 14.00 pada kedua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. (gambar pembayangan dapat dilihat pada lampiran). Pada pukul 18.00-20.00 terjadi penurunan suhu sebesar 1,8°C. Pada pukul 20.00-22.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,2°C. pada pukul 22.00-24.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,6°C. pada pukul 24.00-02.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,1°C sedangkan pada pukul 02.00-04.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,4°C. antara pukul 18.00-04.00 penurunan suhu relatif lambat.

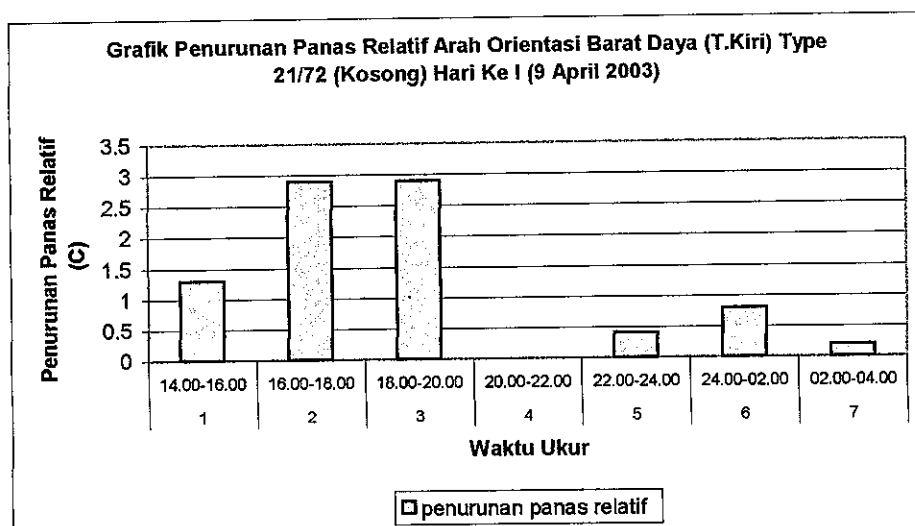
Tabel 07 Arah Orientasi Barat Daya (T.Kiri) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
Sumber : Hasil Pengukuran di Lapangan

Arah Orientasi Barat Daya (T.Kiri) Type 21/72 (Kosong)
Hari Ke I (9 April 2003)

| No. | waktu ukur | Penurunan panas |
|---------------------|-------------|-----------------|
| 1 | 14.00-16.00 | -1,2 |
| 2 | 16.00-18.00 | -4,3 |
| 3 | 18.00-20.00 | -1,8 |
| 4 | 20.00-22.00 | -0,2 |
| 5 | 22.00-24.00 | -0,6 |
| 6 | 24.00-02.00 | -0,1 |
| 7 | 02.00-04.00 | -0,4 |
| jumlah | | -8,6 |
| rata-rata penurunan | | -1,228571429 |
| penurunan panas/jam | | -0,614285714 |

Pada tabel 07 tampak bahwa antara pukul 14.00-04.00 terjadi penurunan suhu total sebesar 8,6°C dengan rata-rata penurunan panasrelatif/jam nya sebesar 0,61°C

. Pada gambar 08 disajikan grafik penurunan suhu dari jam 14.00 sampai dengan jam 04.00. arah orientasi Barat Daya (T.Kiri) type 21/72 (Kosong) hari ke I (9 April 2003).



grafik 08 Arah Orientasi Barat Daya (T.Kiri) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
sumber : Hasil Pengukuran di Lapangan

Pada grafik 08 tampak bahwa penurunan suhu terjadi setelah pukul 14.00 karena pada pukul 14.00 mulai terjadi pembayangan pada dua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. Pada pukul 14.00-16.00 penurunan suhu yang terjadi sebesar $1,3^{\circ}\text{C}$. pada pukul 16.00-18.00 penurunan suhu cukup besar yaitu sebesar $2,9^{\circ}\text{C}$, hal ini disebabkan karena pembayangan yang terjadi sejak pukul 14.00 pada kedua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. (gambar pembayangan dapat dilihat pada lampiran). Pada pukul 18.00-20.00 terjadi penurunan suhu sebesar $2,9^{\circ}\text{C}$. Pada pukul 20.00-22.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0°C . pada pukul 22.00-24.00 terjadi penurunan suhu sebesar $-0,4^{\circ}\text{C}$. pada pukul 24.00-02.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,8^{\circ}\text{C}$ sedangkan pada pukul 02.00-04.00 terjadi penurunan suhu sebesar $-0,2^{\circ}\text{C}$. antara pukul 18.00-04.00 penurunan suhu relatif lambat.

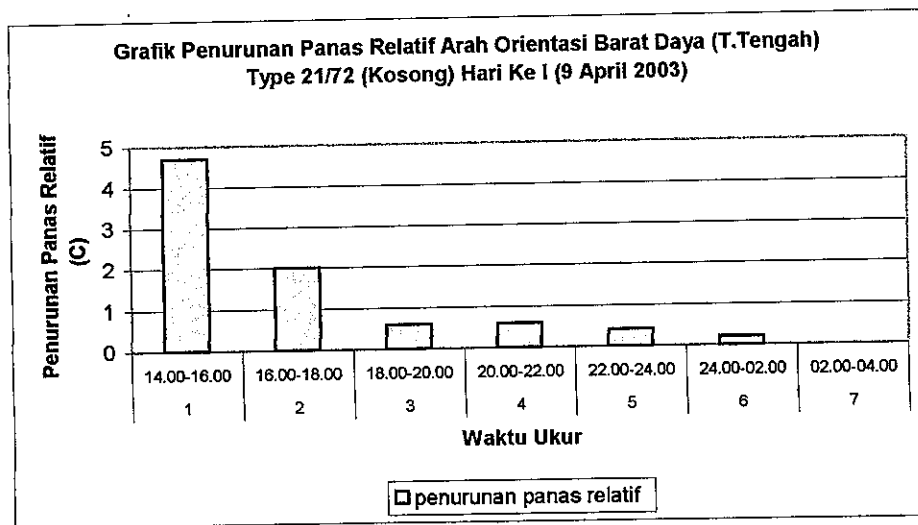
Tabel 08 Arah Orientasi Barat Daya (T.Kiri) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
Sumber : hasil pengukuran di lapangan.

Arah Orientasi Barat Daya (T.Kiri) Type 21/72 (Kosong)
Hari Ke I (9 April 2003)

| No. | waktu ukur | penurunan panas relatif |
|-----------------------------|-------------|-------------------------|
| 1 | 14.00-16.00 | 1,3 |
| 2 | 16.00-18.00 | 2,9 |
| 3 | 18.00-20.00 | 2,9 |
| 4 | 20.00-22.00 | 0 |
| 5 | 22.00-24.00 | 0,4 |
| 6 | 24.00-02.00 | 0,8 |
| 7 | 02.00-04.00 | 0,2 |
| jumlah | | 8,5 |
| rata-rata penurunan | | 1,214285714 |
| penurunan panas relatif/jam | | 0,607142857 |

Pada tabel 08 tampak bahwa antara pukul 14.00-04.00 terjadi penurunan suhu total sebesar $8,5^{\circ}\text{C}$ dengan rata-rata penurunan panas relatif/jam nya sebesar $0,61^{\circ}\text{C}$

Pada gambar 09 disajikan grafik penurunan suhu dari jam 14.00 sampai dengan jam 04.00. arah orientasi Barat Daya (T.Tengah) type 21/72 (Kosong) hari ke I (9 April 2003).



*Grafik 09 Arah Orientasi Barat Daya (T.Tengah) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
Sumber : hasil pengukuran di lapangan.*

Pada grafik 09 tampak bahwa penurunan suhu terjadi setelah pukul 14.00 karena pada pukul 14.00 mulai terjadi pembayangan pada dua sisi dinding yang seharusnya kerkena sinar matahari. Pada pukul 14.00-16.00 penurunan suhu yang terjadi sebesar $4,7^{\circ}\text{C}$. Pada pukul 16.00-18.00 penurunan suhu cukup besar yaitu sebesar 2°C . hal ini disebabkan karena pembayangan yang terjadi sejak pukul 14.00 pada dua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. (gambar pembayangan dapat dilihat pada lampiran). Pada pukul 18.00-20.00 terjadi

penurunan suhu sebesar $0,6^{\circ}\text{C}$. Pada pukul 20.00-22.00 terjadi penurunan suhu sebesar $-0,6^{\circ}\text{C}$. pada pukul 22.00-24.00 terjadi penurunan panas sebesar $-0,4^{\circ}\text{C}$. pada pukul 24.00-02.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,2^{\circ}\text{C}$ sedangkan pada pukul 02.00-04.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0°C . antara pukul 18.00-04.00 penurunan suhu relatif lambat.

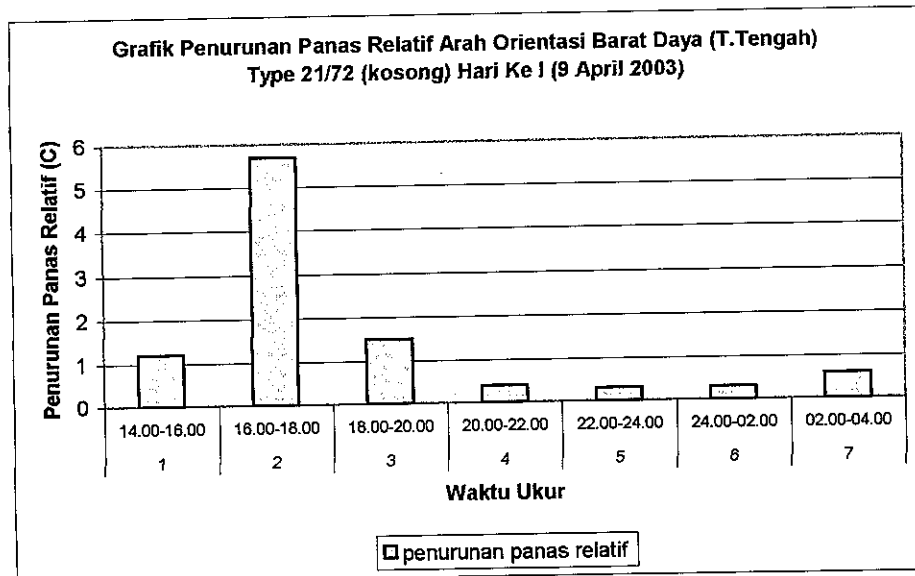
Tabel 09 Arah Orientasi Barat Daya (T.Tengah) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
Sumber : hasil: pengukuran di lapangan

Arah Orientasi Barat Daya (T.Tengah) Type 21/72 (Kosong)
Hari Ke I (9 April 2003)

| No. | waktu ukur | penurunan panas relatif |
|-----------------------------|-------------|-------------------------|
| 1 | 14.00-16.00 | 4.7 |
| 2 | 16.00-18.00 | 2 |
| 3 | 18.00-20.00 | 0.6 |
| 4 | 20.00-22.00 | 0.6 |
| 5 | 22.00-24.00 | 0.4 |
| 6 | 24.00-02.00 | 0.2 |
| 7 | 02.00-04.00 | 0 |
| jumlah | | 8.5 |
| rata-rata penurunan | | 1.214285714 |
| penurunan panas relatif/jam | | 0.607142857 |

Pada tabel 09 tampak bahwa antara pukul 14.00-04.00 terjadi penurunan suhu total sebesar $8,5^{\circ}\text{C}$ dengan rata-rata penurunan panas relatif/jam nya sebesar $0,61^{\circ}\text{C}$

Pada gambar 10 disajikan grafik penurunan suhu dari jam 14.00 sampai dengan jam 04.00. arah orientasi Barat Daya (T.Tengah) type 21/72 (Kosong) hari ke I (9 April 2003).



*Grafik 10 Arah Orientasi Barat Daya (T.Tengah) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
Sumber : hasil pengukuran di lapangan.*

Pada grafik 10 tampak bahwa penurunan suhu terjadi setelah pukul 14.00 karena pada pukul 14.00 mulai terjadi pembayangan pada dua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. Pada pukul 14.00-16.00 penurunan suhu yang terjadi sebesar 1,2°C. pada pukul 16.00-18.00 penurunan suhu cukup besar yaitu sebesar 5,7°C, hal ini disebabkan karena pembayangan yang terjadi sejak pukul 14.00 pada kedua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. (gambar pembayangan dapat dilihat pada lampiran). Pada pukul 18.00-20.00 terjadi penurunan suhu sebesar 1,5°C. Pada pukul 20.00-22.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,4°C. pada pukul 22.00-24.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,3°C. pada pukul 24.00-02.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,3°C sedangkan pada pukul 02.00-04.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,6°C. antara pukul 18.00-04.00 penurunan suhu relatif lambat.

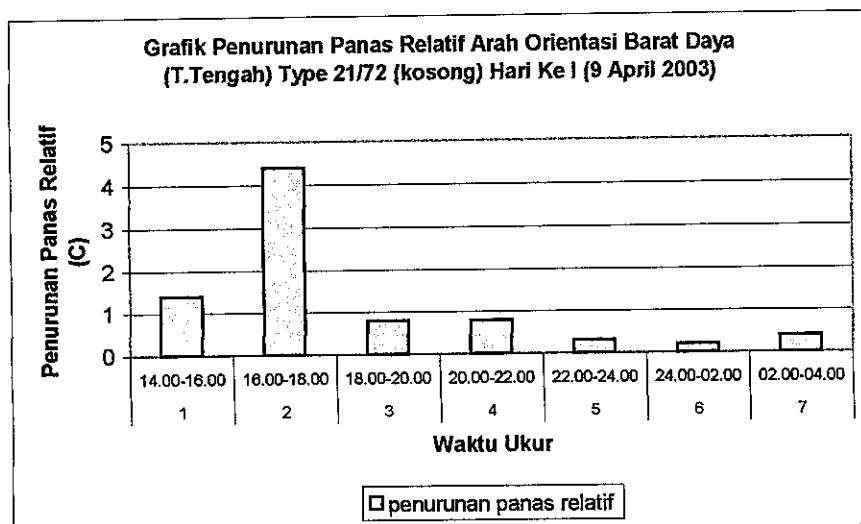
Tabel 10 Arah Orientasi Barat Daya (T.Tengah) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
 Sumber : hasil pengukuran di lapangan.

**Arah Orientasi Barat Daya (T.Tengah) Type 21/72 (Kosong)
 Hari Ke I (9 April 2003)**

| No. | waktu ukur | Penurunan panas relatif |
|-----------------------------|-------------|-------------------------|
| 1 | 14.00-16.00 | 1,2 |
| 2 | 16.00-18.00 | 5,7 |
| 3 | 18.00-20.00 | 1,5 |
| 4 | 20.00-22.00 | 0,4 |
| 5 | 22.00-24.00 | 0,3 |
| 6 | 24.00-02.00 | 0,3 |
| 7 | 02.00-04.00 | 0,6 |
| jumlah | | 10 |
| rata-rata penurunan | | 1,428571429 |
| penurunan panas relatif/jam | | 0,714285714 |

Pada tabel 10 tampak bahwa antara pukul 14.00-04.00 terjadi penurunan suhu total sebesar 10°C dengan rata-rata penurunan panas relatif/jam nya sebesar 0,71°C

Pada gambar 11 disajikan grafik penurunan suhu dari jam 14.00 sampai dengan jam 04.00. arah orientasi Barat Daya (T.Tengah) type 21/72 (Kosong) hari ke I (9 April 2003).



Grafik 11 Arah Orientasi Barat Daya (T.Tengah) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
 Sumber : hasil pengukuran di lapangan.

Pada grafik 11 tampak bahwa penurunan suhu terjadi setelah pukul 14.00 karena pada pukul 14.00 mulai terjadi pembayangan pada dua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. Pada pukul 14.00-16.00 penurunan suhu yang terjadi sebesar $1,4^{\circ}\text{C}$. pada pukul 16.00-18.00 penurunan suhu cukup besar yaitu sebesar $4,4^{\circ}\text{C}$, hal ini disebabkan karena pembayangan yang terjadi sejak pukul 14.00 pada dua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. (gambar pembayangan dapat dilihat pada lampiran). Pada pukul 18.00-20.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,8^{\circ}\text{C}$. Pada pukul 20.00-22.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,8^{\circ}\text{C}$. pada pukul 22.00-24.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,3^{\circ}\text{C}$. pada pukul 24.00-02.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,2^{\circ}\text{C}$ sedangkan pada pukul 02.00-04.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,4^{\circ}\text{C}$. antara pukul 18.00-04.00 penurunan suhu relatif lambat.

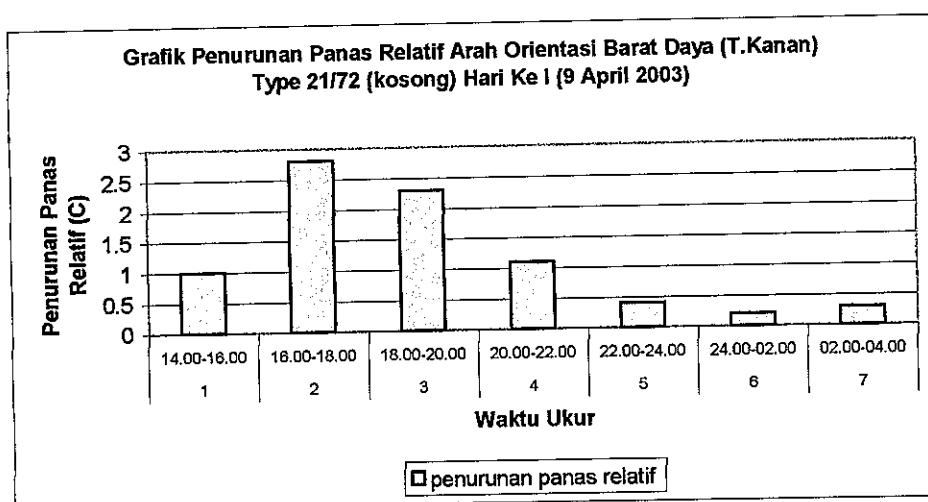
Tabel 11 Arah Orientasi Barat Daya (T. Tengah) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
Sumber : hasil pengukuran di lapangan.

Arah Orientasi Barat Daya (T.Tengah) Type 21/72 (Kosong)
Hari Ke I (9 April 2003)

| No. | waktu ukur | penurunan panas relatif |
|-----------------------------|-------------|-------------------------|
| 1 | 14.00-16.00 | 1,4 |
| 2 | 16.00-18.00 | 4,4 |
| 3 | 18.00-20.00 | 0,8 |
| 4 | 20.00-22.00 | 0,8 |
| 5 | 22.00-24.00 | 0,3 |
| 6 | 24.00-02.00 | 0,2 |
| 7 | 02.00-04.00 | 0,4 |
| jumlah | | 8,3 |
| rata-rata penurunan | | 1,185714286 |
| penurunan panas relatif/jam | | 0,592857143 |

Pada tabel 11 tampak bahwa antara pukul 14.00-04.00 terjadi penurunan suhu total sebesar $8,3^{\circ}\text{C}$ dengan rata-rata penurunan panasrelatif/jam nya sebesar $0,59^{\circ}\text{C}$

Pada gambar 12 disajikan grafik penurunan suhu dari jam 14.00 sampai dengan jam 04.00. arah orientasi Barat Daya (T.Kanan) type 21/72 (Kosong) hari ke I (9 April 2003).



*Grafik 12 Arah Orientasi Barat Daya (T.Kanan) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
Sumber : hasil pengukuran di lapangan.*

Pada grafik 12 tampak bahwa penurunan suhu terjadi setelah pukul 14.00 karena pada pukul 14.00 mulai terjadi pembayangan pada dua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. Pada pukul 14.00-16.00 penurunan suhu yang terjadi sebesar 1°C . pada pukul 16.00-18.00 penurunan suhu cukup besar yaitu sebesar $2,8^{\circ}\text{C}$, hal ini disebabkan karena pembayangan yang terjadi sejak pukul 14.00 pada dua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. (gambar pembayangan dapat dilihat pada lampiran). Pada pukul 18.00-20.00 terjadi

penurunan suhu sebesar $2,3^{\circ}\text{C}$. Pada pukul 20.00-22.00 terjadi penurunan suhu sebesar $1,1^{\circ}\text{C}$. pada pukul 22.00-24.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,4^{\circ}\text{C}$. pada pukul 24.00-02.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,2^{\circ}\text{C}$ sedangkan pada pukul 02.00-04.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,3^{\circ}\text{C}$. antara pukul 18.00-04.00 penurunan suhu relatif lambat.

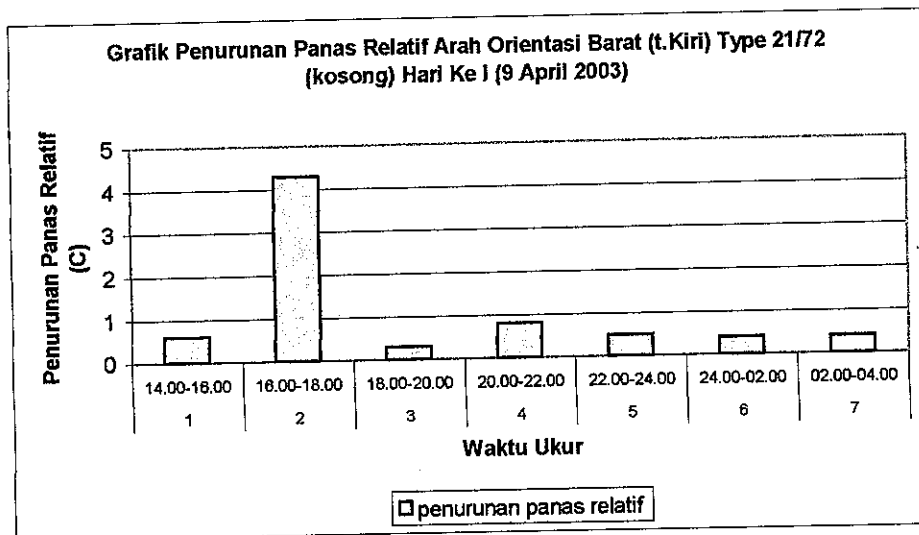
Tabel 12 Arah Orientasi Barat Daya (T.Kanan) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
Sumber: hasil pengukuran di lapangan

Arah Orientasi Barat Daya (T.Kanan) Type 21/72 (Kosong)
Hari Ke I (9 April 2003)

| No. | waktu ukur | penurunan panas relatif |
|-----------------------------|-------------|-------------------------|
| 1 | 14.00-16.00 | 1 |
| 2 | 16.00-18.00 | 2,8 |
| 3 | 18.00-20.00 | 2,3 |
| 4 | 20.00-22.00 | 1,1 |
| 5 | 22.00-24.00 | 0,4 |
| 6 | 24.00-02.00 | 0,2 |
| 7 | 02.00-04.00 | 0,3 |
| jumlah | | 8,1 |
| rata-rata penurunan | | 1,157142857 |
| penurunan panas relatif/jam | | 0,578571429 |

Pada tabel 12 tampak bahwa antara pukul 14.00-04.00 terjadi penurunan suhu total sebesar $8,1^{\circ}\text{C}$ dengan rata-rata penurunan panas relatif/jam nya sebesar $0,58^{\circ}\text{C}$

Pada gambar 13 disajikan grafik penurunan suhu dari jam 14.00 sampai dengan jam 04.00. arah orientasi Barat (T.Kiri) type 21/72 (Kosong) hari ke I (9 April 2003).



*Grafik 13 Arah Orientasi Barat (T.Kiri) Type 21/72 (Kosong) Hari KE I (9 April 2003)
Sumber : hasil pengukuran di lapangan.*

Pada grafik 13 tampak bahwa penurunan suhu terjadi setelah pukul 14.00 karena pada pukul 14.00 mulai terjadi pembayangan pada dua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. Pada pukul 14.00-16.00 penurunan suhu yang terjadi sebesar 0,6°C. pada pukul 16.00-18.00 penurunan suhu cukup besar yaitu sebesar 4,3°C, hal ini disebabkan karena pembayangan yang terjadi sejak pukul 14.00 pada dua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. (gambar pembayangan dapat dilihat pada lampiran). Pada pukul 18.00-20.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,3°C. Pada pukul 20.00-22.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,8°C. pada pukul 22.00-24.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,5°C. pada pukul 24.00-02.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,4°C sedangkan pada pukul 02.00-04.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,4°C. antara pukul 18.00-04.00 penurunan suhu relatif lambat.

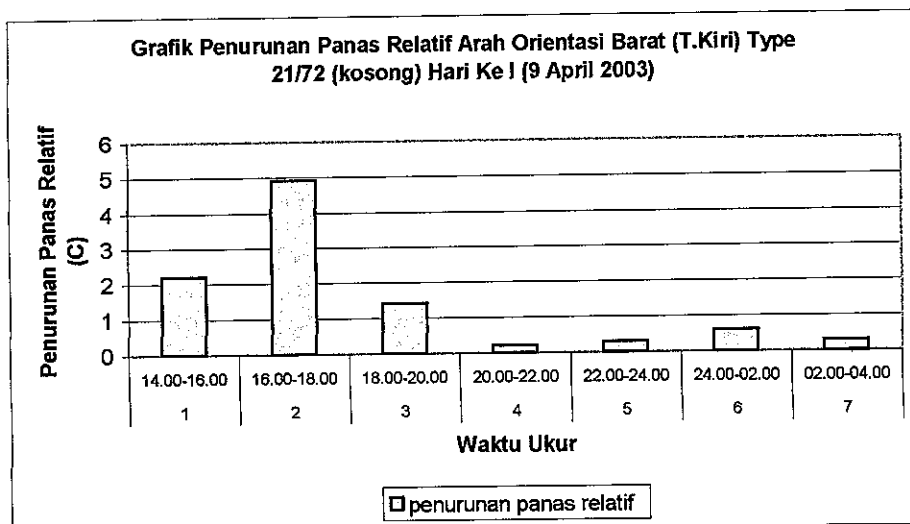
Tabel 13 Arah Orientasi Barat (T.Kiri) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
 Sumber : hasil pengukuran di lapangan.

Arah Orientasi Barat (T.Kiri) Type 21/72 (Kosong)
Hari Ke I (9 April 2003)

| No. | waktu ukur | penurunan panas relatif |
|-----------------------------|-------------|-------------------------|
| 1 | 14.00-16.00 | 0,6 |
| 2 | 16.00-18.00 | 4,3 |
| 3 | 18.00-20.00 | 0,3 |
| 4 | 20.00-22.00 | 0,8 |
| 5 | 22.00-24.00 | 0,5 |
| 6 | 24.00-02.00 | 0,4 |
| 7 | 02.00-04.00 | 0,4 |
| Jumlah | | 7,3 |
| rata-rata penurunan | | 1,042857143 |
| penurunan panas relatif/jam | | 0,521428571 |

Pada tabel 13 tampak bahwa antara pukul 14.00-04.00 terjadi penurunan suhu total sebesar 7,3°C dengan rata-rata penurunan panas relatif/jam nya sebesar 0,52°C

Pada gambar 14 disajikan grafik penurunan suhu dari jam 14.00 sampai dengan jam 04.00. arah orientasi Barat (T.Kiri) type 21/72 (Kosong) hari ke I (9 April 2003).



Grafik 14 Arah Orientasi Barat (T.Kiri) Type 21/72 (Kosong) Hari KE I (9 April 2003)
 Sumber : hasil pengukuran di lapangan.

Pada grafik 14 tampak bahwa penurunan suhu terjadi setelah pukul 14.00 karena pada pukul 14.00 mulai terjadi pembayangan pada dua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. Pada pukul 14.00-16.00 penurunan suhu yang terjadi sebesar 2,2°C. pada pukul 16.00-18.00 penurunan suhu cukup besar yaitu sebesar 4,9°C, hal ini disebabkan karena pembayangna yang terjadi sejak pukul 14.00 pada dua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. (gambar pembayangan dapat dilihat pada lampiran). Pada pukul 18.00-20.00 terjadi penurunan suhu sebesar 1,4°C. Pada pukul 20.00-22.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,2°C. pada pukul 22.00-24.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,3°C. pada pukul 24.00-02.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,6°C sedangkan pada pukul 02.00-04.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,3°C. antara pukul 18.00-04.00 penurunan suhu relatif lambat.

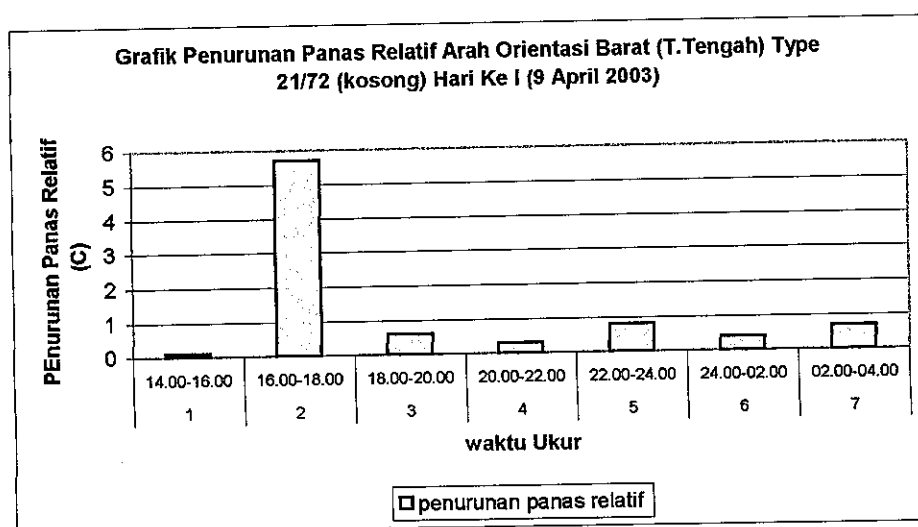
Tabel 14 Arah Orientasi Barat (T.Kiri) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
Sumber : hasil pengukuran di lapangan

Arah Orientasi Barat (T.Kiri) Type 21/72 (Kosong)
Hari Ke I (9 April 2003)

| No. | waktu ukur | penurunan panas relatif |
|-----------------------------|-------------|-------------------------|
| 1 | 14.00-16.00 | 2,2 |
| 2 | 16.00-18.00 | 4,9 |
| 3 | 18.00-20.00 | 1,4 |
| 4 | 20.00-22.00 | 0,2 |
| 5 | 22.00-24.00 | 0,3 |
| 6 | 24.00-02.00 | 0,6 |
| 7 | 02.00-04.00 | 0,3 |
| jumlah | | 9,9 |
| rata-rata penurunan | | 1,414285714 |
| penurunan panas relatif/jam | | 0,707142857 |

Pada tabel 14 tampak bahwa antara pukul 14.00-04.00 terjadi penurunan suhu total sebesar $9,9^{\circ}\text{C}$ dengan rata-rata penurunan panas relatif/jam nya sebesar $0,71^{\circ}\text{C}$

Pada gambar 15 disajikan grafik penurunan suhu dari jam 14.00 sampai dengan jam 04.00. arah orientasi Barat (T.Tengah) type 21/72 (Kosong) hari ke I (9 April 2003).



*Grafik 15 Arah Orientasi Barat (T.Tengah) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
Sumber : hasil pengukuran di lapangan.*

Pada grafik 15 tampak bahwa penurunan suhu terjadi setelah pukul 14.00 karena pada pukul 14.00 mulai terjadi pembayangan pada dua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. Pada pukul 14.00-16.00 penurunan suhu yang terjadi sebesar $0,1^{\circ}\text{C}$. pada pukul 16.00-18.00 penurunan suhu cukup besar yaitu sebesar $5,7^{\circ}\text{C}$, hal ini disebabkan karena pembayangan yang terjadi sejak pukul 14.00 pada dua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. (gambar pembayangan dapat dilihat pada lampiran). Pada pukul 18.00-20.00 terjadi

penurunan suhu sebesar $0,6^{\circ}\text{C}$. Pada pukul 20.00-22.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,3^{\circ}\text{C}$. pada pukul 22.00-24.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,8^{\circ}\text{C}$. pada pukul 24.00-02.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,4^{\circ}\text{C}$ sedangkan pada pukul 02.00-04.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,7^{\circ}\text{C}$. antara pukul 18.00-04.00 penurunan suhu relatif lambat.

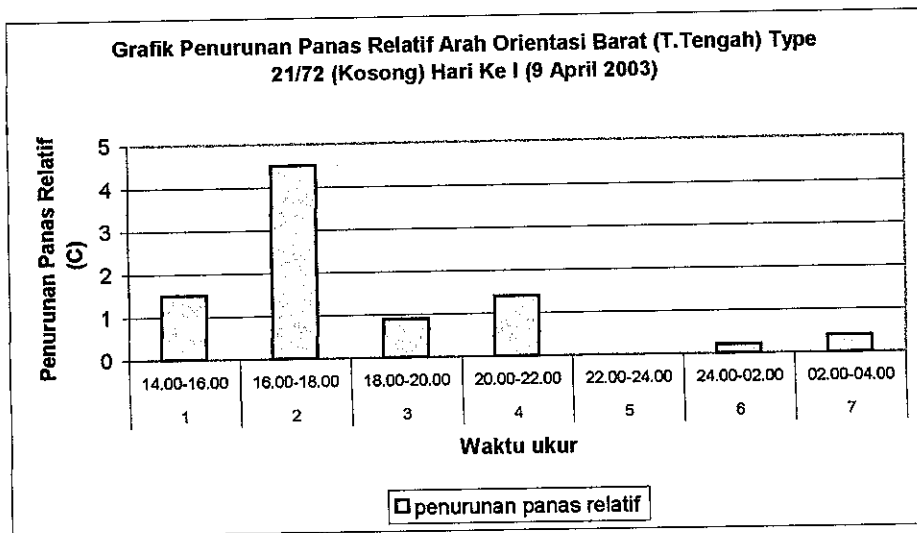
Tabel 15 Arah Orientasi Barat (T.Tengah) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
Sumber : hasil pengukuran di lapangan.

Arah Orientasi Barat (T.Tengah) Type 21/72 (Kosong)
Hari Ke I (9 April 2003)

| No. | waktu ukur | penurunan panas relatif |
|-----------------------------|-------------|-------------------------|
| 1 | 14.00-16.00 | 0,1 |
| 2 | 16.00-18.00 | 5,7 |
| 3 | 18.00-20.00 | 0,6 |
| 4 | 20.00-22.00 | 0,3 |
| 5 | 22.00-24.00 | 0,8 |
| 6 | 24.00-02.00 | 0,4 |
| 7 | 02.00-04.00 | 0,7 |
| Jumlah | | 8,6 |
| rata-rata penurunan | | 1,228571429 |
| penurunan panas relatif/jam | | 0,614285714 |

Pada tabel 15 tampak bahwa antara pukul 14.00-04.00 terjadi penurunan suhu total sebesar $8,6^{\circ}\text{C}$ dengan rata-rata penurunan panas relatif/jam nya sebesar $0,61^{\circ}\text{C}$

Pada gambar 16 disajikan grafik penurunan suhu dari jam 14.00 sampai dengan jam 04.00. arah orientasi Barat (T.Tengah) type 21/72 (Kosong) hari ke I (9 April 2003).



Grafik 16 Arah Orientasi Barat (T.Tengah) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
Sumber : Hasil pengukuran di lapangan.

Pada grafik 16 tampak bahwa penurunan suhu terjadi setelah pukul 14.00 karena pada pukul 14.00 mulai terjadi pembayangan pada dua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. Pada pukul 14.00-16.00 penurunan suhu yang terjadi sebesar 1,5°C. pada pukul 16.00-18.00 penurunan suhu cukup besar yaitu sebesar 4,5°C, hal ini disebabkan karena pembayangan yang terjadi sejak pukul 14.00 pada dua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. (gambar pembayangan dapat dilihat pada lampiran). Pada pukul 18.00-20.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,9°C. Pada pukul 20.00-22.00 terjadi penurunan suhu sebesar 1,4°C. pada pukul 22.00-24.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0°C. pada pukul 24.00-02.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,2°C sedangkan pada pukul 02.00-04.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,4°C. antara pukul 18.00-04.00 penurunan suhu relatif lambat.

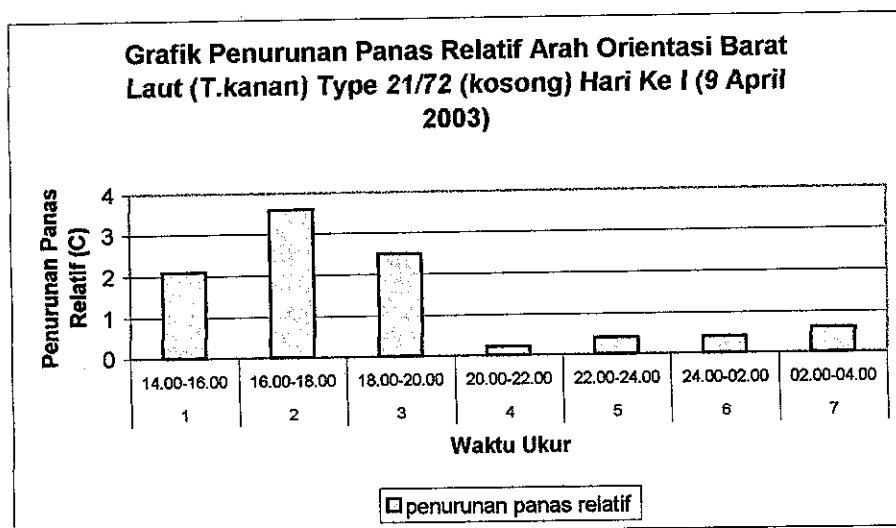
Tabel 16 Arah Orientasi Barat (T.Tengah) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
 Sumber : hasil pengukuran di lapangan.

**Arah Orientasi Barat (T.Tengah) Type 21/72 (Kosong)
 Hari Ke I (9 April 2003)**

| No. | waktu ukur | penurunan panas relatif |
|-----------------------------|-------------|-------------------------|
| 1 | 14.00-16.00 | 1,5 |
| 2 | 16.00-18.00 | 4,5 |
| 3 | 18.00-20.00 | 0,9 |
| 4 | 20.00-22.00 | 1,4 |
| 5 | 22.00-24.00 | 0 |
| 6 | 24.00-02.00 | 0,2 |
| 7 | 02.00-04.00 | 0,4 |
| jumlah | | 8,9 |
| rata-rata penurunan | | 1,271428571 |
| penurunan panas relatif/jam | | 0,635714286 |

Pada tabel 16 tampak bahwa antara pukul 14.00-04.00 terjadi penurunan suhu total sebesar 8,9°C dengan rata-rata penurunan panas relatif/jam nya sebesar 0,64°C

Pada gambar 17 disajikan grafik penurunan suhu dari jam 14.00 sampai dengan jam 04.00. arah orientasi Barat Laut (T.Kanan) type 21/72 (Kosong) hari ke I (9 April 2003).



Grafik 17 Arah Orientasi Barat Laut (T.Kanan) Type 21/72 (Kosong) Hari KE I (9 April 2003)
 Sumber : hasil pengukuran di lapangan.

Pada grafik 17 tampak bahwa penurunan suhu terjadi setelah pukul 14.00 karena pada pukul 14.00 mulai terjadi pembayangan pada dua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. Pada pukul 14.00-16.00 penurunan suhu yang terjadi sebesar 2,1°C. pada pukul 16.00-18.00 penurunan suhu cukup besar yaitu sebesar 3,6°C, hal ini disebabkan karena pembayangan yang terjadi sejak pukul 14.00 pada dua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. (gambar pembayangan dapat dilihat pada lampiran). Pada pukul 18.00-20.00 terjadi penurunan suhu sebesar 2,5°C. Pada pukul 20.00-22.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,2°C. pada pukul 22.00-24.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,4°C. pada pukul 24.00-02.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,4°C sedangkan pada pukul 02.00-04.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,6°C. antara pukul 18.00-04.00 penurunan suhu relatif lambat.

Tabel 17 Arah Orientasi Barat (T.kanan) Type 21/72 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
Sumber : hasil pengukuran di lapangan.

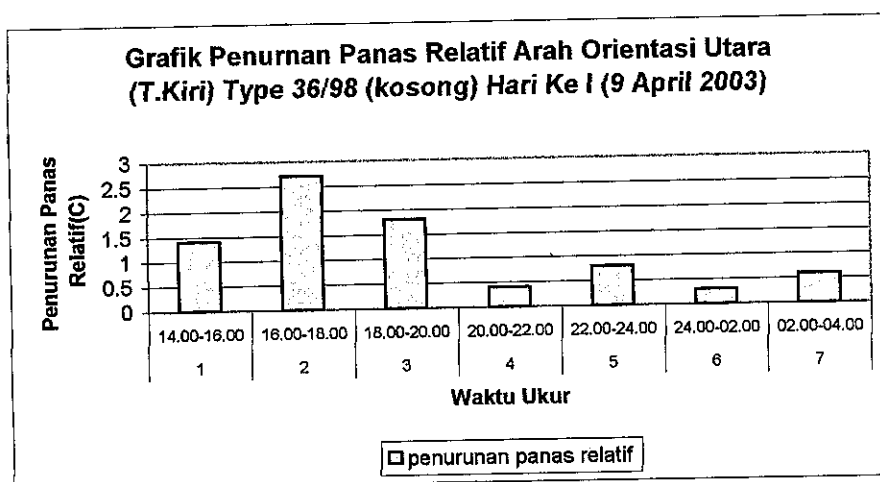
Arah Orientasi Barat Laut (T.Kanan) Type 21/72 (Kosong)
Hari Ke I (9 April 2003)

| No. | waktu ukur | penurunan panas relatif |
|-----------------------------|-------------|-------------------------|
| 1 | 14.00-16.00 | 2,1 |
| 2 | 16.00-18.00 | 3,6 |
| 3 | 18.00-20.00 | 2,5 |
| 4 | 20.00-22.00 | 0,2 |
| 5 | 22.00-24.00 | 0,4 |
| 6 | 24.00-02.00 | 0,4 |
| 7 | 02.00-04.00 | 0,6 |
| Jumlah | | 9,8 |
| rata-rata penurunan | | 1,4 |
| penurunan panas relatif/jam | | 0,7 |

Pada tabel 17 tampak bahwa antara pukul 14.00-04.00 terjadi penurunan suhu total sebesar 9,8°C dengan rata-rata penurunan panas relatif/jam nya sebesar 0,7°C

5.2 Pengukuran Pada Masing-Masing Arah Orientasi Untuk Rumah Type 36/98.

Pada gambar 01 disajikan grafik penurunan suhu dari jam 14.00 sampai dengan jam 04.00. arah orientasi Utara (T.Kiri) type 36/98 (Kosong) hari ke I (9 April 2003).



*Grafik 01 Arah Orientasi Utara (T.Kiri) Type 36/98 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
Sumber : hasil pengukuran di lapangan.*

Pada grafik 01 tampak bahwa penurunan suhu terjadi setelah pukul 14.00 karena pada pukul 14.00 mulai terjadi pembayangan pada dua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. Pada pukul 14.00-16.00 penurunan suhu yang terjadi sebesar 1,4°C. pada pukul 16.00-18.00 penurunan suhu cukup besar yaitu sebesar 2,7°C, hal ini disebabkan karena pembayangan yang terjadi sejak pukul 14.00 pada dua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. (gambar pembayangan dapat dilihat pada lampiran). Pada pukul 18.00-20.00 terjadi penurunan suhu sebesar 1,8°C. Pada pukul 20.00-22.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,4°C. pada pukul 22.00-24.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,8°C. pada pukul 24.00-02.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,3°C sedangkan pada

pukul 02.00-04.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,6^{\circ}\text{C}$. antara pukul 18.00-04.00 penurunan suhu relatif lambat.

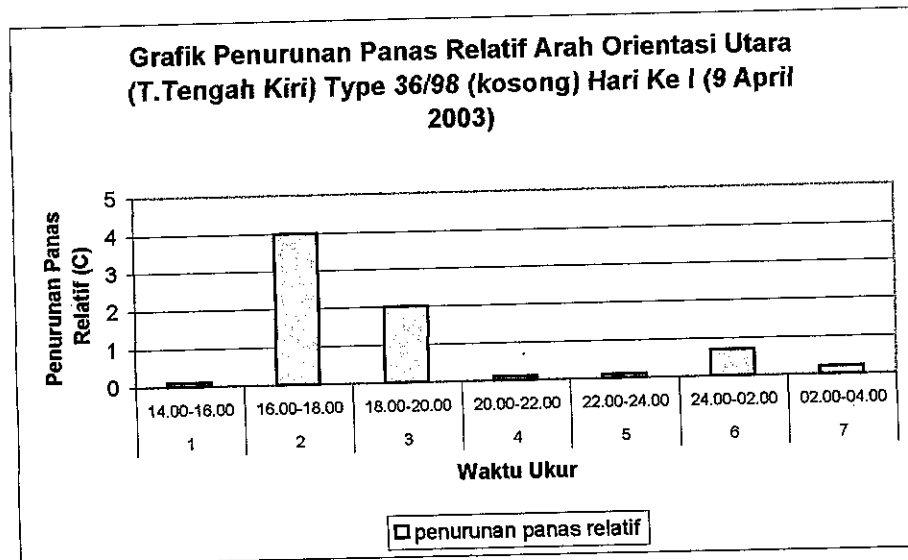
Tabel 01 Arah Orientasi Utara (T.Kiri) Type 36/98 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
Sumber : hasil pengukuran di lapangan.

Arah Orientasi Utara (T.Kiri) Type 36/98 (Kosong)
Hari Ke I (9 April 2003)

| No. | waktu ukur | penurunan panas relatif |
|-----------------------------|-------------|-------------------------|
| 1 | 14.00-16.00 | 1,4 |
| 2 | 16.00-18.00 | 2,7 |
| 3 | 18.00-20.00 | 1,8 |
| 4 | 20.00-22.00 | 0,4 |
| 5 | 22.00-24.00 | 0,8 |
| 6 | 24.00-02.00 | 0,3 |
| 7 | 02.00-04.00 | 0,6 |
| jumlah | | 8 |
| rata-rata penurunan | | 1,142857143 |
| penurunan panas relatif/jam | | 0,571428571 |

Pada tabel 01 tampak bahwa antara pukul 14.00-04.00 terjadi penurunan suhu total sebesar 8°C dengan rata-rata penurunan panas relatif/jam nya sebesar $0,57^{\circ}\text{C}$

Pada gambar 02 disajikan grafik penurunan suhu dari jam 14.00 sampai dengan jam 04.00. arah orientasi Utara (T.Tengah Kiri) type 36/98 (Kosong) hari ke I (9 April 2003).



*Grafik 02 Arah Orientasi Utara (T.Tengah Kiri) Type 36/98 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
Sumber : hasil pengukuran di lapangan.*

Pada grafik 02 tampak bahwa penurunan suhu terjadi setelah pukul 14.00 karena pada pukul 14.00 mulai terjadi pembayangan pada dua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. Pada pukul 14.00-16.00 penurunan suhu yang terjadi sebesar 0,1°C. pada pukul 16.00-18.00 penurunan suhu cukup besar yaitu sebesar 4°C, hal ini disebabkan karena pembayangan yang terjadi sejak pukul 14.00 pada dua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. (gambar pembayangan dapat dilihat pada lampiran). Pada pukul 18.00-20.00 terjadi penurunan suhu sebesar 2°C. Pada pukul 20.00-22.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,1°C. pada pukul 22.00-24.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,1°C. pada pukul 24.00-02.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,7°C sedangkan pada pukul 02.00-04.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,2°C. antara pukul 18.00-04.00 penurunan suhu relatif lambat.

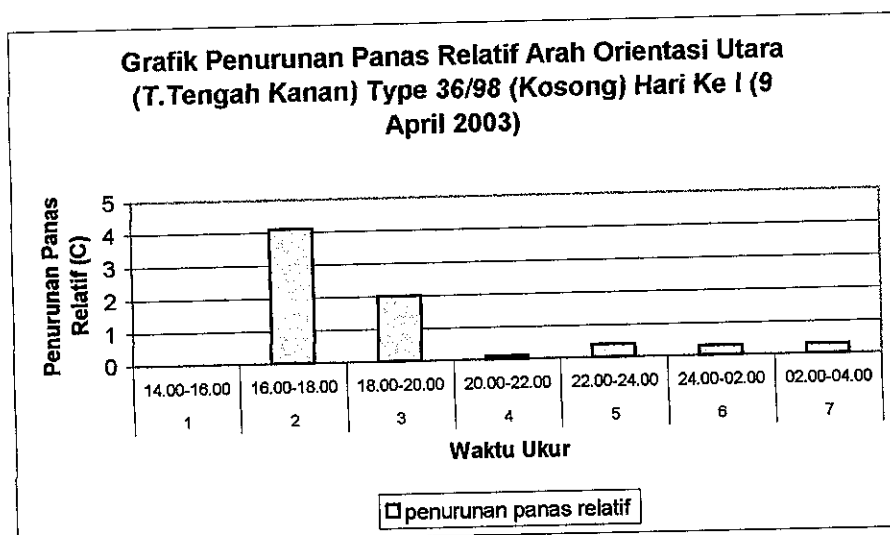
Tabel 02 Arah Orientasi Utara (T.Tengah Kiri) Type 36/98 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
 Sumber : hasil pengukuran di lapangan.

**Arah Orientasi Utara (T.Tengah Kiri) Type 36/98 (Kosong)
 Hari Ke I (9 April 2003)**

| No. | waktu ukur | penurunan panas relatif |
|-----------------------------|-------------|-------------------------|
| 1 | 14.00-16.00 | 0,1 |
| 2 | 16.00-18.00 | 4 |
| 3 | 18.00-20.00 | 2 |
| 4 | 20.00-22.00 | 0,1 |
| 5 | 22.00-24.00 | 0,1 |
| 6 | 24.00-02.00 | 0,7 |
| 7 | 02.00-04.00 | 0,2 |
| jumlah | | 7,2 |
| rata-rata penurunan | | 1,028571429 |
| penurunan panas relatif/jam | | 0,514285714 |

Pada tabel 02 tampak bahwa antara pukul 14.00-04.00 terjadi penurunan suhu total sebesar 7,2°C dengan rata-rata penurunan panas relatif/jam nya sebesar 0,51°C

Pada gambar 03 disajikan grafik penurunan suhu dari jam 14.00 sampai dengan jam 04.00. arah orientasi Utara (T.Tengah Kanan) type 36/98 (Kosong) hari ke I (9 April 2003).



Grafik 03 Arah Orientasi Utara (T.Tengah Kanan) Type 36/98 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
 Sumber : hasil pengukuran di lapangan.

Pada grafik 03 tampak bahwa penurunan temperatur terjadi setelah pukul 16.00 walaupun pembayangan sudah terjadi sejak pukul 14.00. hal ini bisa disebabkan karena adanya perbedaan *time lag* atau karena pengaruh orientasi bangunan terhadap arah angin. Pada pukul 16.00-18.00 penurunan suhu cukup besar yaitu sebesar $4,1^{\circ}\text{C}$, hal ini disebabkan karena pembayangan yang terjadi sejak pukul 14.00 pada dua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. (gambar pembayangan dapat dilihat pada lampiran). Pada pukul 18.00-20.00 terjadi penurunan suhu sebesar 2°C . Pada pukul 20.00-22.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,1^{\circ}\text{C}$. pada pukul 22.00-24.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,4^{\circ}\text{C}$. pada pukul 24.00-02.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,3^{\circ}\text{C}$ sedangkan pada pukul 02.00-04.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,3^{\circ}\text{C}$. antara pukul 18.00-04.00 penurunan suhu relatif lambat.

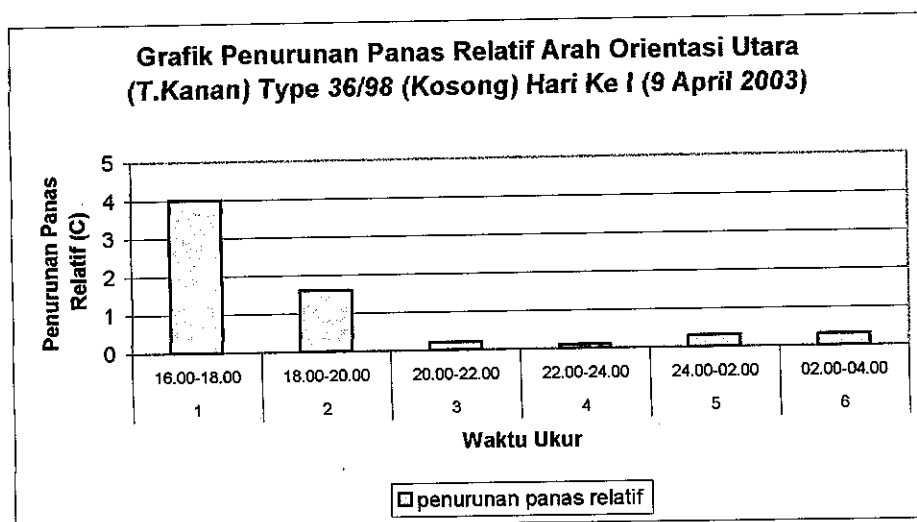
Tabel 03 Arah Orientasi Utara (T.Tengah Kanan) Type 36/98 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
Sumber : hasil pengukuran di lapangan.

Arah Orientasi Utara (T.Tengah Kanan) Type 36/98 (Kosong)
Hari Ke I (9 April 2003)

| No | waktu ukur | penurunan panas relatif |
|-----------------------------|-------------|-------------------------|
| 1 | 14.00-16.00 | 0 |
| 2 | 16.00-18.00 | 4,1 |
| 3 | 18.00-20.00 | 2 |
| 4 | 20.00-22.00 | 0,1 |
| 5 | 22.00-24.00 | 0,4 |
| 6 | 24.00-02.00 | 0,3 |
| 7 | 02.00-04.00 | 0,3 |
| jumlah | | 7,2 |
| rata-rata penurunan | | 1,028571429 |
| penurunan panas relatif/jam | | 0,514285714 |

Pada tabel 03 tampak bahwa antara pukul 14.00-04.00 terjadi penurunan suhu total sebesar $7,2^{\circ}\text{C}$ dengan rata-rata penurunan panas relatif/jam nya sebesar $0,51^{\circ}\text{C}$

Pada gambar 04 disajikan grafik penurunan suhu dari jam 14.00 sampai dengan jam 04.00. arah orientasi Utara (T.Kanan) type 36/98 (Kosong) hari ke I (9 April 2003).



Grafik 04 Arah Orientasi Utara (T.Kanan) Type 36/98 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
Sumber : hasil pengukuran di lapangan.

Pada grafik 04 tampak bahwa penurunan suhu terjadi setelah pukul 16.00 walaupun pembayangan sudah terjadi sejak pukul 14.00. hal ini bisa disebabkan karena perbedaan *time lag* atau karena pengaruh orientasi bangunan terhadap arah angin. Pada pukul 16.00-18.00 penurunan suhu cukup besar yaitu sebesar 4°C , hal ini disebabkan karena pembayangan yang terjadi sejak pukul 14.00 pada dua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. (gambar pembayangan dapat dilihat pada lampiran). Pada pukul 18.00-20.00 terjadi penurunan suhu

sebesar $1,6^{\circ}\text{C}$. Pada pukul 20.00-22.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,2^{\circ}\text{C}$. pada pukul 22.00-24.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,1^{\circ}\text{C}$. pada pukul 24.00-02.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,3^{\circ}\text{C}$ sedangkan pada pukul 02.00-04.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,3^{\circ}\text{C}$. antara pukul 18.00-04.00 penurunan suhu relatif lambat.

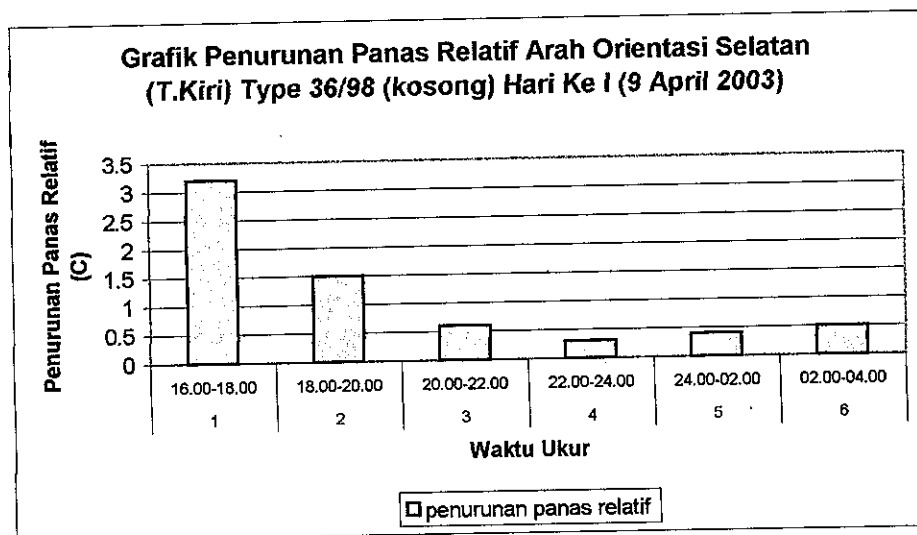
Tabel 04 Arah Orientasi Utara (T.Kanan) Type 36/98 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
Sumber : hasil pengukuran di lapangan.

**Arah Orientasi Utara (T. Kanan) Type 36/98 (Kosong)
 Hari Ke I (9 April 2003)**

| No. | waktu ukur | penurunan panas relatif |
|-----------------------------|-------------|-------------------------|
| 1 | 16.00-18.00 | 4 |
| 2 | 18.00-20.00 | 1,6 |
| 3 | 20.00-22.00 | 0,2 |
| 4 | 22.00-24.00 | 0,1 |
| 5 | 24.00-02.00 | 0,3 |
| 6 | 02.00-04.00 | 0,3 |
| jumlah | | 6,5 |
| rata-rata penurunan | | 1,083333333 |
| penurunan panas relatif/jam | | 0,541666667 |

Pada tabel 04 tampak bahwa antara pukul 16.00-04.00 terjadi penurunan suhu total sebesar $6,5^{\circ}\text{C}$ dengan rata-rata penurunan panas relatif/jam nya sebesar $0,54^{\circ}\text{C}$

Pada gambar 05 disajikan grafik penurunan suhu dari jam 14.00 sampai dengan jam 04.00. arah orientasi Selatan (T.Kiri) type 36/98 (Kosong) hari ke I (9 April 2003).



*Grafik 05 Arah Orientasi Selatan (T.Kiri) Type 36/98 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
Sumber : hasil pengukuran di lapangan.*

Pada grafik 05 tampak bahwa penurunan suhu terjadi setelah pukul 16.00 walaupun pembayangan sudah terjadi sejak pukul 14.00. hal ini bisa disebabkan karena adanya perbedaan *time lag* atau karena pengaruh orientasi bangunan terhadap arah angin. Pada pukul 16.00-18.00 penurunan suhu cukup besar yaitu sebesar 3,2°C, hal ini disebabkan karena pembayangan yang terjadi sejak pukul 14.00 pada dua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. (gambar pembayangan dapat dilihat pada lampiran). Pada pukul 18.00-20.00 terjadi penurunan suhu sebesar 1,5°C. Pada pukul 20.00-22.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,6°C. pada pukul 22.00-24.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,3°C. pada pukul 24.00-02.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,4°C sedangkan pada pukul 02.00-04.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,5°C. antara pukul 18.00-04.00 penurunan suhu relatif lambat.

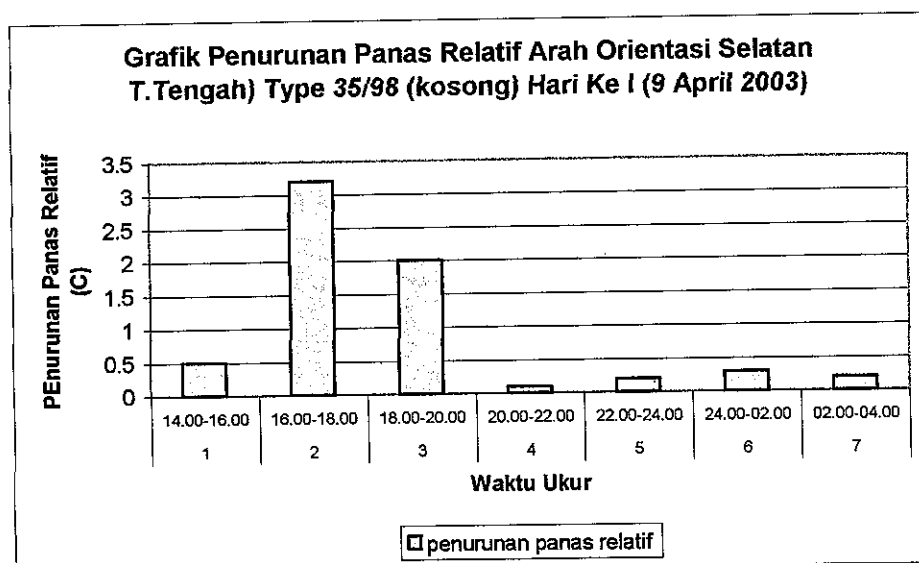
Tabel 05 Arah Orientasi Selatan (T.Kiri) Type 36/98 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
 Sumber : hasil pengukuran di lapangan.

**Arah Orientasi Selatan (T. Kiri) Type 36/98 (Kosong)
 Hari Ke I (9 April 2003)**

| No. | waktu ukur | penurunan panas relatif |
|-----|-----------------------------|-------------------------|
| 1 | 16.00-18.00 | 3,2 |
| 2 | 18.00-20.00 | 1,5 |
| 3 | 20.00-22.00 | 0,6 |
| 4 | 22.00-24.00 | 0,3 |
| 5 | 24.00-02.00 | 0,4 |
| 6 | 02.00-04.00 | 0,5 |
| | jumlah | 6,5 |
| | rata-rata penurunan | 1,083333333 |
| | penurunan panas relatif/jam | 0,541666667 |

Pada tabel 05 tampak bahwa antara pukul 14.00-04.00 terjadi penurunan suhu total sebesar 6,5°C dengan rata-rata penurunan panas relatif/jam nya sebesar 0,54°C

Pada gambar 06 disajikan grafik penurunan suhu dari jam 14.00 sampai dengan jam 04.00. arah orientasi Selatan (T.Tengah) type 36/98 (Kosong) hari ke I (9 April 2003).



Grafik 06 Arah Orientasi Selatan (T. Tengah) Type 36/98 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
 Sumber : hasil pengukuran di lapangan.

Pada grafik 06 tampak bahwa penurunan suhu terjadi setelah pukul 14.00 karena pada pukul 14.00 mulai terjadi pembayangan pada dua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. Pada pukul 14.00-16.00 penurunan suhu yang terjadi sebesar $0,5^{\circ}\text{C}$. pada pukul 16.00-18.00 penurunan suhu cukup besar yaitu sebesar $3,2^{\circ}\text{C}$, hal ini disebabkan karena pembayangan yang terjadi sejak pukul 14.00 pada dua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. (gambar pembayangan dapat dilihat pada lampiran). Pada pukul 18.00-20.00 terjadi penurunan suhu sebesar 2°C . Pada pukul 20.00-22.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,1^{\circ}\text{C}$. pada pukul 22.00-24.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,2^{\circ}\text{C}$. pada pukul 24.00-02.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,3^{\circ}\text{C}$ sedangkan pada pukul 02.00-04.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,2^{\circ}\text{C}$. antara pukul 18.00-04.00 penurunan suhu relatif lambat.

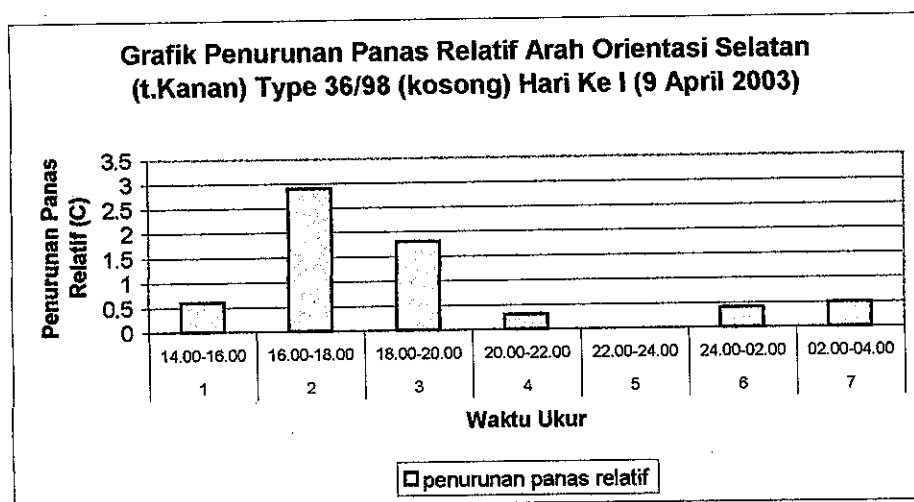
Tabel 06 Arah Orientasi Selatan (T.Tengah) Type 36/98 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
Sumber : hasil pengukuran di lapangan.

Arah Orientasi Selatan (T. Tengah) Type 36/98 (Kosong)
Hari Ke I (9 April 2003)

| No. | waktu ukur | penurunan panas relatif |
|-----------------------------|-------------|-------------------------|
| 1 | 14.00-16.00 | -0,5 |
| 2 | 16.00-18.00 | -3,2 |
| 3 | 18.00-20.00 | -2 |
| 4 | 20.00-22.00 | -0,1 |
| 5 | 22.00-24.00 | -0,2 |
| 6 | 24.00-02.00 | -0,3 |
| 7 | 02.00-04.00 | -0,2 |
| jumlah | | -6,5 |
| rata-rata penurunan | | -0,928571429 |
| penurunan panas relatif/jam | | -0,464285714 |

Pada tabel 06 tampak bahwa antara pukul 14.00-04.00 terjadi penurunan suhu total sebesar $6,5^{\circ}\text{C}$ dengan rata-rata penurunan panas relatif/jam nya sebesar $0,46^{\circ}\text{C}$

Pada gambar 07 disajikan grafik penurunan suhu dari jam 14.00 sampai dengan jam 04.00. arah orientasi Selatan (T.Kanan) type 36/98 (Kosong) hari ke I (9 April 2003).



*Grafik 07 Arah Orientasi Selatan (T. Kanan) Type 36/98 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
Sumber : hasil pengukuran di lapangan.*

Pada grafik 07 tampak bahwa penurunan suhu terjadi setelah pukul 14.00 karena pada pukul 14.00 mulai terjadi pembayangan pada dua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. Pada pukul 14.00-16.00 penurunan suhu yang terjadi sebesar 0,6°C. pada pukul 16.00-18.00 penurunan suhu cukup besar yaitu sebesar 2,9°C, hal ini disebabkan karena pembayangan yang terjadi sejak pukul 14.00 pada dua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. (gambar pembayangan dapat dilihat pada lampiran). Pada pukul 18.00-20.00 terjadi penurunan suhu sebesar 1,8°C. Pada pukul 20.00-22.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,3°C. pada pukul 22.00-24.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0°C. pada pukul 24.00-02.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,4°C sedangkan pada pukul

02.00-04.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,5^{\circ}\text{C}$. antara pukul 18.00-04.00 penurunan suhu relatif lambat.

Tabel 07 Arah Orientasi Selatan (T.Kanan) Type 36/98 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
Sumber : hasil pengukuran di lapangan.

Arah Orientasi Selatan (T. Kanan) Type 36/98 (Kosong)
Hari Ke I (9 April 2003)

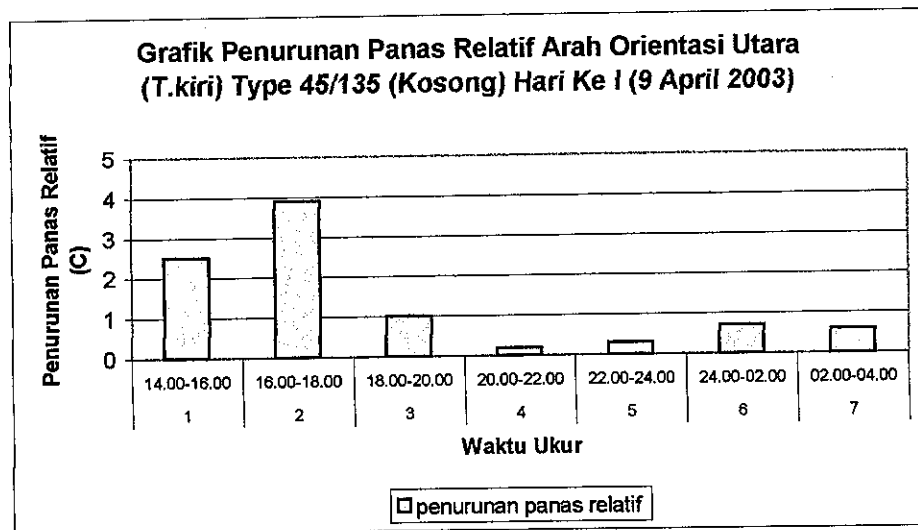
| No. | waktu ukur | Penurunan panas relatif |
|-----------------------------|-------------|-------------------------|
| 1 | 14.00-16.00 | 0,6 |
| 2 | 16.00-18.00 | 2,9 |
| 3 | 18.00-20.00 | 1,8 |
| 4 | 20.00-22.00 | 0,3 |
| 5 | 22.00-24.00 | 0 |
| 6 | 24.00-02.00 | 0,4 |
| 7 | 02.00-04.00 | 0,5 |
| jumlah | | 6,5 |
| rata-rata penurunan | | 0,928571429 |
| penurunan panas relatif/jam | | 0,464285714 |

Pada tabel 07 tampak bahwa antara pukul 14.00-04.00 terjadi penurunan suhu total sebesar $6,5^{\circ}\text{C}$ dengan rata-rata penurunan panas relatif/jam nya sebesar $0,46^{\circ}\text{C}$

5.3 Pengukuran Pada Masing-Masing Arah Orientasi Untuk Rumah Type

45/135.

Pada gambar 01 disajikan grafik penurunan panas dari jam 14.00 sampai dengan jam 04.00. arah orientasi Utara (T.Kiri) type 45/135 (Kosong) hari ke I (9 April 2003).



*Grafik 01 Arah Orientasi Utara (T Kiri) Type 45/135 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
Sumber : hasil pengukuran di lapangan.*

Pada grafik 01 tampak bahwa penurunan suhu terjadi setelah pukul 14.00 karena pada pukul 14.00 mulai terjadi pembayangan pada dua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. Pada pukul 14.00-16.00 penurunan suhu yang terjadi sebesar $2,5^{\circ}\text{C}$. pada pukul 16.00-18.00 penurunan suhu cukup besar yaitu sebesar $3,9^{\circ}\text{C}$, hal ini disebabkan karena pembayangan yang terjadi sejak pukul 14.00 pada dua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. (gambar pembayangan dapat dilihat pada lampiran). Pada pukul 18.00-20.00 terjadi penurunan suhu sebesar 1°C . Pada pukul 20.00-22.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,2^{\circ}\text{C}$. pada pukul 22.00-24.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,3^{\circ}\text{C}$. pada pukul 24.00-02.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,7^{\circ}\text{C}$ sedangkan pada pukul 02.00-04.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,6^{\circ}\text{C}$. antara pukul 18.00-04.00 penurunan suhu relatif lambat.

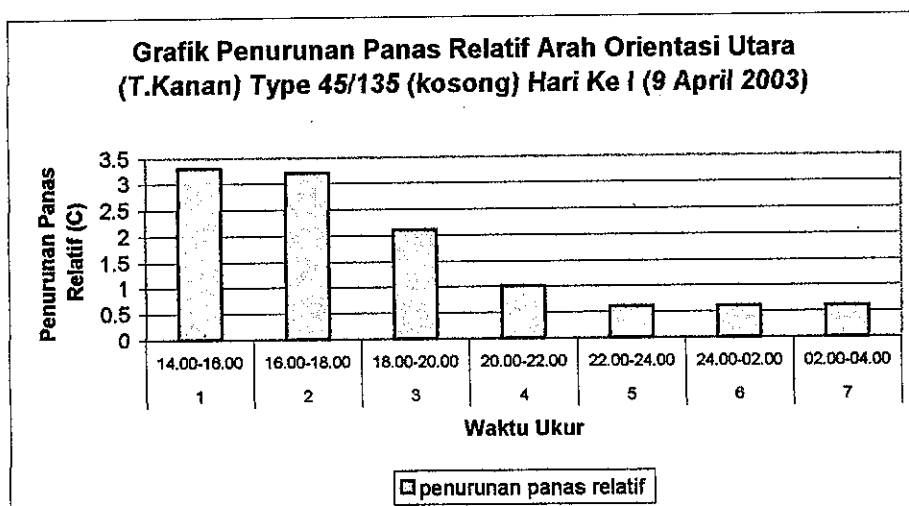
Tabel 01 Arah Orientasi Utara (T.Kiri) Type45/135 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
Sumber : hasil pengukuran di lapangan.

**Arah Orientasi Utara (T. Kiri) Type 45/135 (Kosong)
 Hari Ke I (9 April 2003)**

| No. | waktu ukur | penurunan panas relatif |
|-----------------------------|-------------|-------------------------|
| 1 | 14.00-16.00 | -2,5 |
| 2 | 16.00-18.00 | -3,9 |
| 3 | 18.00-20.00 | -1 |
| 4 | 20.00-22.00 | -0,2 |
| 5 | 22.00-24.00 | -0,3 |
| 6 | 24.00-02.00 | -0,7 |
| 7 | 02.00-04.00 | -0,6 |
| Jumlah | | -9,2 |
| rata-rata penurunan | | -1,314285714 |
| penurunan panas relatif/jam | | -0,657142857 |

Pada tabel 01 tampak bahwa antara pukul 14.00-04.00 terjadi penurunan suhu total sebesar 9,2°C dengan rata-rata penurunan panas relatif/jam nya sebesar 0,65°C

Pada gambar 02 disajikan grafik penurunan suhu dari jam 14.00 sampai dengan jam 04.00. arah orientasi Utara (T.Kanan) type 45/135 (Kosong) hari ke I (9 April 2003).



Grafik 02 Arah Orientasi Utara (T Kanan) Type 45/135 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
Sumber : hasil pengukuran di lapangan.

Pada grafik 02 tampak bahwa penurunan suhu terjadi setelah pukul 14.00 karena pada pukul 14.00 mulai terjadi pembayangan pada dua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. Pada pukul 14.00-16.00 penurunan suhu yang terjadi sebesar 3,3°C. pada pukul 16.00-18.00 penurunan suhu cukup besar yaitu sebesar 3,2°C. hal ini disebabkan karena pembayangan yang terjadi sejak pukul 14.00 pada dua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari.(gambar pembayangan dapat dilihat pada lampiran). Pada pukul 18.00-20.00 terjadi penurunan suhu sebesar 2,1°C. Pada pukul 20.00-22.00 terjadi penurunan suhu sebesar 1°C. pada pukul 22.00-24.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,6°C. pada pukul 24.00-02.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,6°C sedangkan pada pukul 02.00-04.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,6°C. antara pukul 18.00-04.00 penurunan suhu relatif lambat.

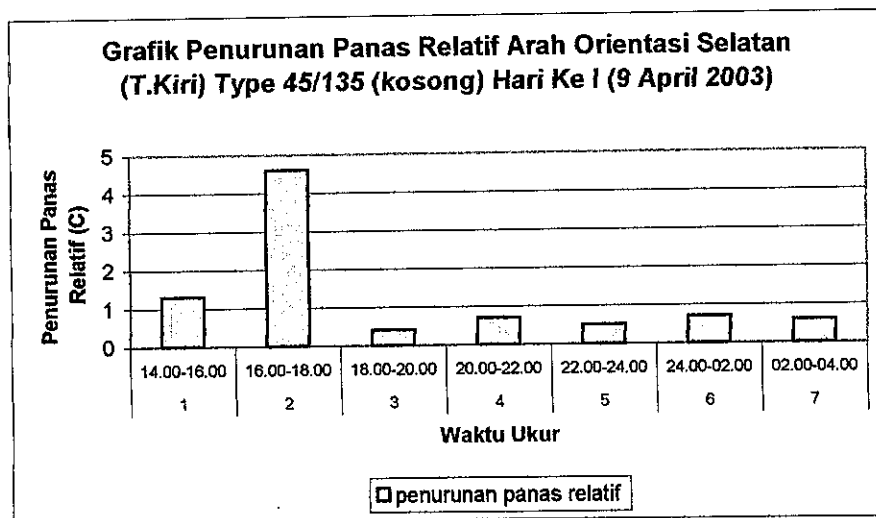
Tabel 02 Arah Orientasi Utara (T.Kanan) Type45/135 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
 Sumber : hasil pengukuran di lapangan.

Arah Orientasi Utara (T. Kanan) Type 45/135 (Kosong)
Hari Ke I (9 April 2003)

| No. | waktu ukur | penurunan panas relatif |
|-----------------------------|-------------|-------------------------|
| 1 | 14.00-16.00 | 3,3 |
| 2 | 16.00-18.00 | 3,2 |
| 3 | 18.00-20.00 | 2,1 |
| 4 | 20.00-22.00 | 1 |
| 5 | 22.00-24.00 | 0,6 |
| 6 | 24.00-02.00 | 0,6 |
| 7 | 02.00-04.00 | 0,6 |
| Jumlah | | 11,4 |
| rata-rata penurunan | | 1,628571429 |
| penurunan panas relatif/jam | | 0,814285714 |

Pada tabel 02 tampak bahwa antara pukul 14.00-04.00 terjadi penurunan suhu total sebesar $11,4^{\circ}\text{C}$ dengan rata-rata penurunan panas relatif/jam nya sebesar $0,81^{\circ}\text{C}$

Pada gambar 03 disajikan grafik penurunan suhu dari jam 14.00 sampai dengan jam 04.00. arah orientasi Selatan (T.Kiri) type 45/135 (Kosong) hari ke I (9 April 2003).



*Grafik 03 Arah Orientasi Selatan (T Kiri) Type 45/135 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
Sumber : hasil pengukuran di lapangan.*

Pada grafik 03 tampak bahwa penurunan suhu terjadi setelah pukul 14.00 karena pada pukul 14.00 mulai terjadi pembayangan pada dua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. Pada pukul 14.00-16.00 penurunan suhu yang terjadi sebesar $1,3^{\circ}\text{C}$. pada pukul 16.00-18.00 penurunan suhu cukup besar yaitu sebesar $4,6^{\circ}\text{C}$, hal ini disebabkan karena pembayangan yang terjadi sejak pukul 14.00 pada dua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. (gambar pembayangan dapat dilihat pada lampiran). Pada pukul 18.00-20.00 terjadi

penurunan panas sebesar $-0,4^{\circ}\text{C}$. Pada pukul 20.00-22.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,7^{\circ}\text{C}$. pada pukul 22.00-24.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,5^{\circ}\text{C}$. pada pukul 24.00-02.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,7^{\circ}\text{C}$ sedangkan pada pukul 02.00-04.00 terjadi penurunan suhu sebesar $0,6^{\circ}\text{C}$. antara pukul 18.00-04.00 penurunan suhu relatif lambat.

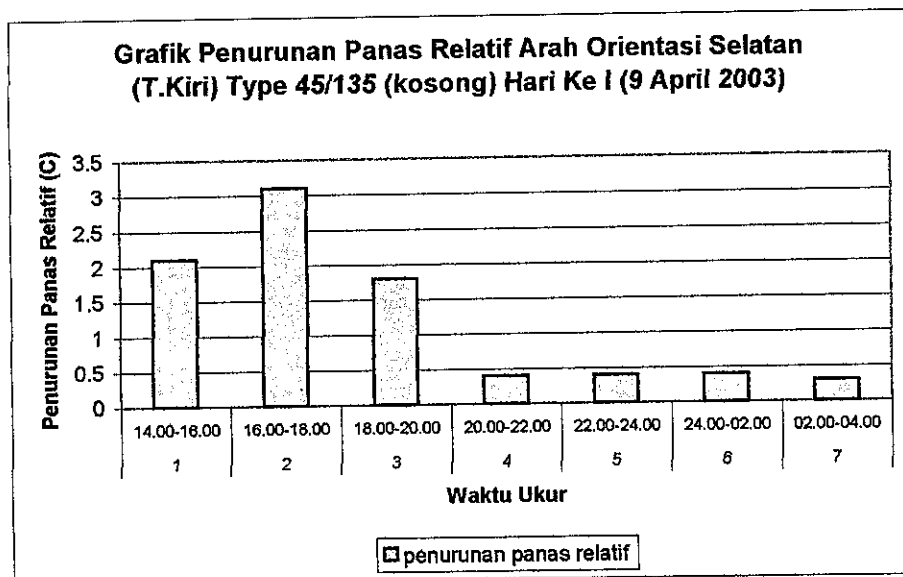
Tabel 03 Arah Orientasi Selatan (T.Kiri) Type 45/135 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
Sumber : hasil pengukuran di lapangan.

Arah Orientasi Selatan (T. Kiri) Type 45/135 (Kosong)
Hari Ke I (9 April 2003)

| No. | waktu ukur | penurunan panas relatif |
|-----------------------------|-------------|-------------------------|
| 1 | 14.00-16.00 | 1,3 |
| 2 | 16.00-18.00 | 4,6 |
| 3 | 18.00-20.00 | 0,4 |
| 4 | 20.00-22.00 | 0,7 |
| 5 | 22.00-24.00 | 0,5 |
| 6 | 24.00-02.00 | 0,7 |
| 7 | 02.00-04.00 | 0,6 |
| Jumlah | | 8,8 |
| rata-rata penurunan | | 1,257142857 |
| penurunan panas relatif/jam | | 0,628571429 |

Pada tabel 03 tampak bahwa antara pukul 14.00-04.00 terjadi penurunan suhu total sebesar $8,8^{\circ}\text{C}$ dengan rata-rata penurunan panas relatif/jam nya sebesar $0,63^{\circ}\text{C}$

Pada gambar 04 disajikan grafik penurunan suhu dari jam 14.00 sampai dengan jam 04.00. arah orientasi Selatan (T.Kiri) type 45/135 (Kosong) hari ke I (9 April 2003).



*Grafik 04 Arah Orientasi Selatan (T. Kiri) Type 45/135 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
Sumber : hasil pengukuran di lapangan.*

Pada grafik 04 tampak bahwa penurunan suhu terjadi setelah pukul 14.00 karena pada pukul 14.00 mulai terjadi pembayangan pada kedua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. Pada pukul 14.00-16.00 penurunan suhu yang terjadi sebesar 2,1°C. pada pukul 16.00-18.00 penurunan suhu cukup besar yaitu sebesar 3,1°C, hal ini disebabkan karena pembayangan yang terjadi sejak pukul 14.00 pada dua sisi dinding yang seharusnya terkena sinar matahari. (gambar pembayangan dapat dilihat pada lampiran). Pada pukul 18.00-20.00 terjadi penurunan suhu sebesar 1,8°C. Pada pukul 20.00-22.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,8°C. pada pukul 22.00-24.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,5°C. pada pukul 24.00-02.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,6°C sedangkan pada pukul 02.00-04.00 terjadi penurunan suhu sebesar 0,7°C. antara pukul 18.00-04.00 penurunan suhu relatif lambat.

Tabel 04 Arah Orientasi Selatan (T.Kiri) Type 45/135 (Kosong) Hari Ke I (9 April 2003)
 Sumber : hasil pengukuran di lapangan.

**Arah Orientasi Selatan (T. Kiri) Type 45/135 (Kosong)
 Hari Ke I (9 April 2003)**

| No. | waktu ukur | penurunan panas relatif |
|-----------------------------|-------------|-------------------------|
| 1 | 14.00-16.00 | 2,1 |
| 2 | 16.00-18.00 | 3,1 |
| 3 | 18.00-20.00 | 1,8 |
| 4 | 20.00-22.00 | 0,4 |
| 5 | 22.00-24.00 | 0,4 |
| 6 | 24.00-02.00 | 0,4 |
| 7 | 02.00-04.00 | 0,3 |
| Jumlah | | 8,5 |
| rata-rata penurunan | | 1,214285714 |
| penurunan panas relatif/jam | | 0,607142857 |

Pada tabel 04 tampak bahwa antara pukul 14.00-04.00 terjadi penurunan suhu total sebesar $8,5^{\circ}\text{C}$ dengan rata-rata penurunan panas relatif/jam nya sebesar $0,61^{\circ}\text{C}$.

Dari pembahasan dan analisa yang sudah dilakukan terhadap masing-masing arah orientasi tersebut, dikelompokkan dalam sebuah tabel berdasarkan kesamaan type rumah kemudian dibuat grafik untuk dibandingkan agar dapat dilihat pada type rumah yang sama, arah orientasi mana yang paling baik penurunan suhunya.

**Tabel Penurunan Panas Rata-Rata Untuk Masing-Masing Arah Orientasi
Rumah Type 21/72 (Kosong)**

| No. | arah orientasi | tgl pengukuran | rata-rata penurunan/jam |
|-----|-----------------------|----------------|-------------------------|
| 1 | timur laut (T.Kiri) | 09-Apr-03 | 0,55 |
| 2 | timur laut (T.Tengah) | 09-Apr-03 | 0,59 |
| 3 | Timur Laut (T.Kanan) | 09-Apr-03 | 0,6 |
| 4 | Timur Laut (T.Kanan) | 09-Apr-03 | 0,68 |
| 5 | Timur Laut (T.Kanan) | 09-Apr-03 | 0,52 |
| 6 | Barat Daya (T.Kiri) | 09-Apr-03 | 0,74 |
| 7 | Barat Daya (T.Kiri) | 09-Apr-03 | 0,61 |
| 8 | Barat Daya (T.Kiri) | 09-Apr-03 | 0,61 |
| 9 | Barat Daya (T.Tengah) | 09-Apr-03 | 0,61 |
| 10 | Barat Daya (T.Tengah) | 09-Apr-03 | 0,71 |
| 11 | Barat Daya (T.Tengah) | 09-Apr-03 | 0,59 |
| 12 | Barat Daya (T.Kanan) | 09-Apr-03 | 0,58 |
| 13 | Barat (T.Kiri) | 09-Apr-03 | 0,52 |
| 14 | Barat (T.Kiri) | 09-Apr-03 | 0,71 |
| 15 | Barat (T.Tengah) | 09-Apr-03 | 0,61 |
| 16 | Barat (T.Tengah) | 09-Apr-03 | 0,63 |
| 17 | Barat Laut (T.Kanan) | 09-Apr-03 | 0,7 |

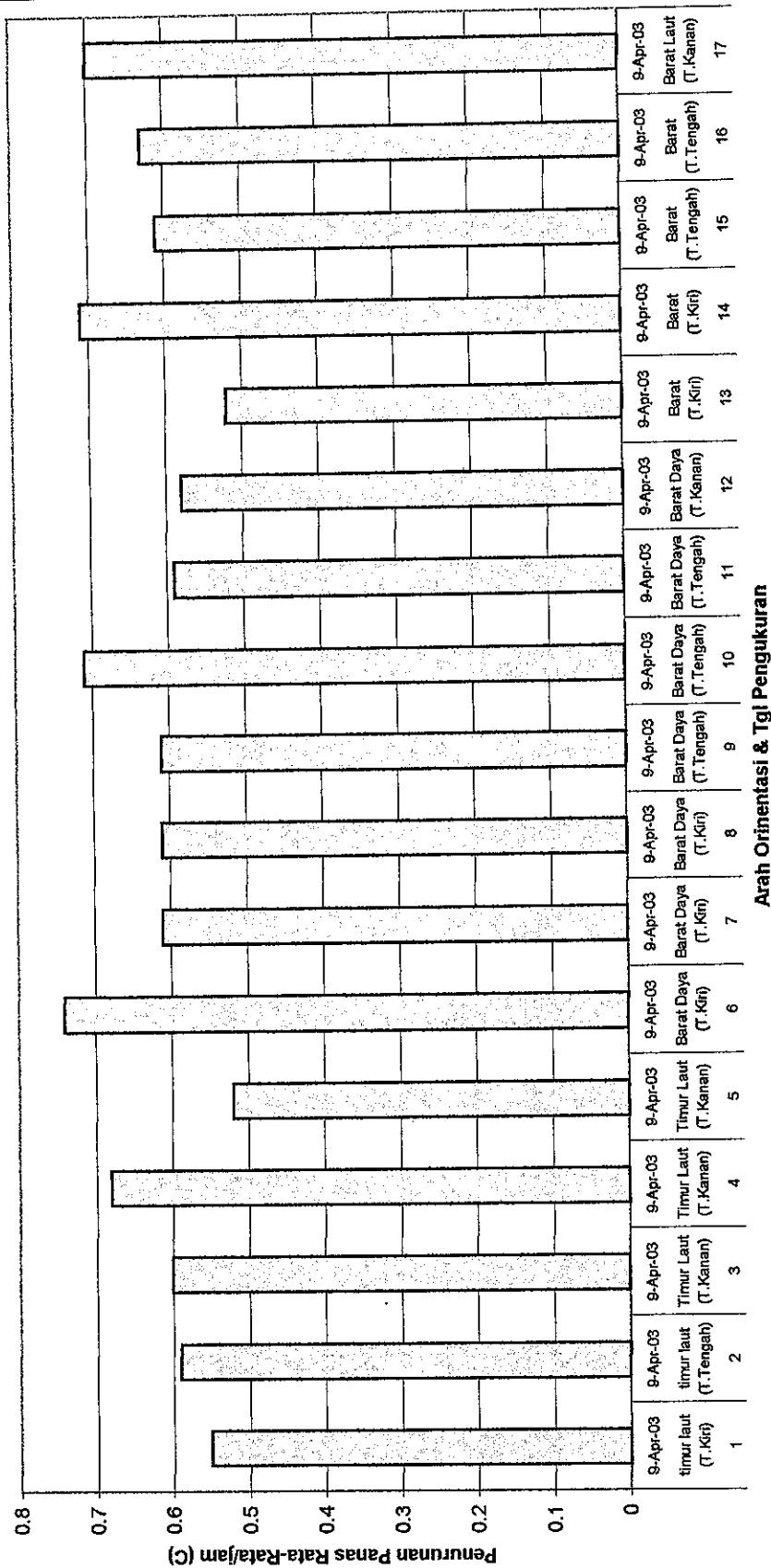
**Tabel Penurunan Panas Rata-Rata Untuk Masing-Masing Arah Orientasi
Rumah Type 36/98 (Kosong)**

| No. | arah orientasi | tgl pengukuran | rata-rata penurunan/jam |
|-----|------------------------|----------------|-------------------------|
| 1 | Utara (T.Kiri) | 09-Apr-03 | 0,57 |
| 2 | Utara (T.Tengah Kiri) | 09-Apr-03 | 0,51 |
| 3 | Utara (t.Tengah Kanan) | 09-Apr-03 | 0,51 |
| 4 | Utara (T.Kanan) | 09-Apr-03 | 0,54 |
| 5 | Selatan (T.Kiri) | 09-Apr-03 | 0,54 |
| 6 | Selatan (T.Tengah) | 09-Apr-03 | 0,46 |
| 7 | Selatan (T.Kanan) | 09-Apr-03 | 0,46 |

**Tabel Penurunan Panas Rata-Rata Untuk Masing-Masing Arah Orientasi
Rumah Type 45/135 (Kosong)**

| No. | arah orientasi | tgl pengukuran | rata-rata penurunan/jam |
|-----|------------------|----------------|-------------------------|
| 1 | Utara (T.Kiri) | 09-Apr-03 | 0,66 |
| 2 | Utara (T.Kanan) | 09-Apr-03 | 0,81 |
| 3 | Selatan (T.Kiri) | 09-Apr-03 | 0,63 |
| 4 | Selatan (T.Kiri) | 09-Apr-03 | 0,61 |

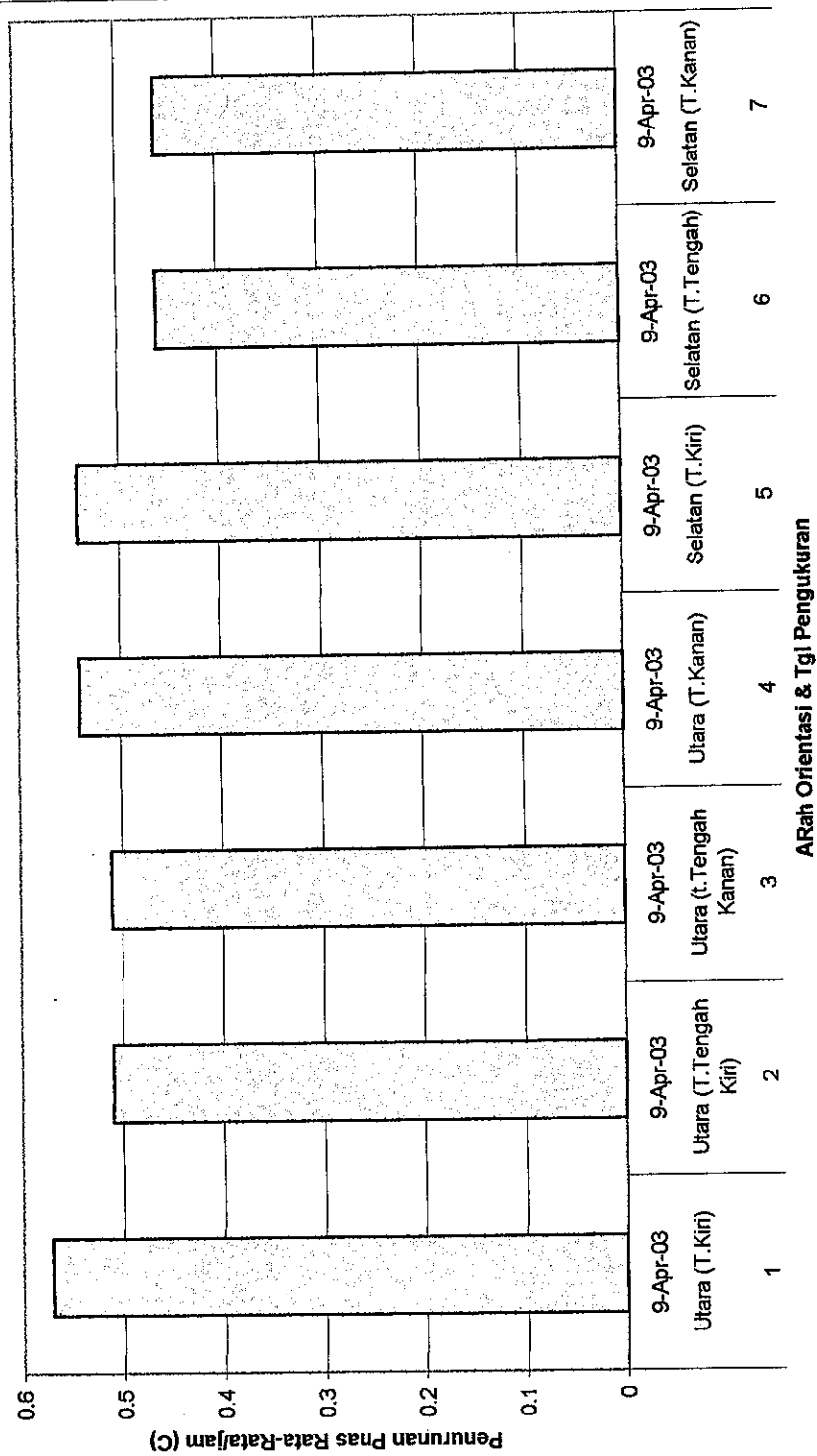
**Grafik Penurunan Panas Rata-Rata/jam
Untuk Masing-Masing Arah Orientasi
Rumah Type 21/72 (Kosong)**



Arah Orientasi & Tgl Pengukuran

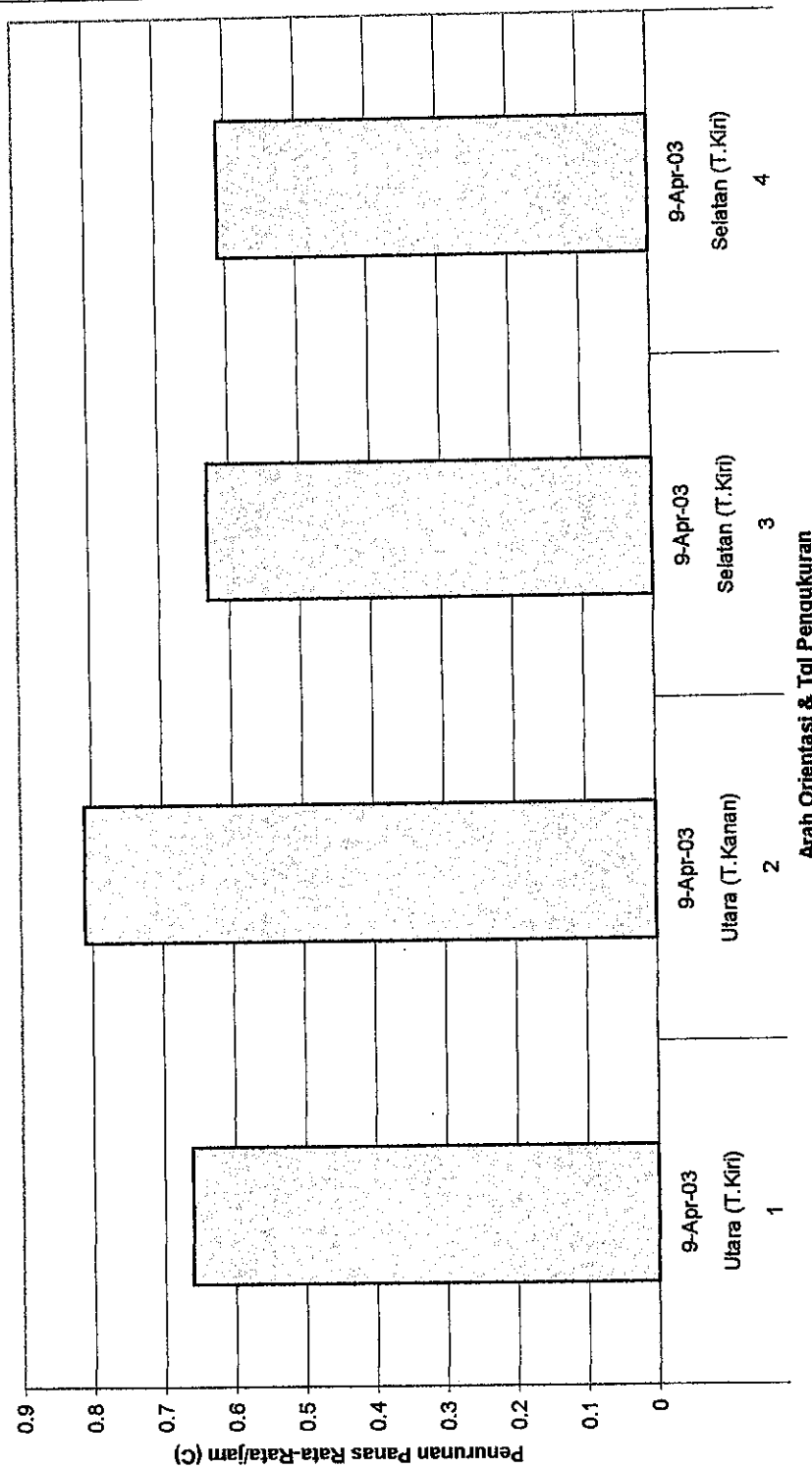
□ rata-rata penurunan/jam

**Grafik Penurunan Panas Rata-Rata/jam
Untuk Masing-Masing Arah Orientasi
Rumah Type 36/98 (Kosong)**



□ rata-rata penurunan/jam

**Grafik Penurunan Panas Rata-Rata/jam
Untuk Masing-Masing Arah Orientasi
Rumah Type 45/135**



□ rata-rata penurunan/jam

Pada tabel dibawah ini tampak bahwa untuk type 21/72 arah orientasi barat daya mempunyai penurunan panas yang lebih baik dibandingkan dengan arah orientasi yang lain, pada rumah type 36/98 arah orientasi utara mempunyai penurunan panas yang lebih baik dibandingkan dengan arah orientasi yang lain, sedangkan untuk type 45/135 arah orientasi utara juga mempunyai penurunan panas yang lebih baik dibandingkan dengan arah orientasi yang lain. Perbedaan penurunan suhu yang terjadi pada satu arah orientasi pada satu type rumah yang sama bisa disebabkan karena adanya pengaruh pembayangan oleh elemen lain disekitar bangunan atau karena pengaruh orientasi bangunan terhadap arah angin.

BAB VI

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

6.1 KESIMPULAN.

Berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan, pengaruh orientasi bangunan terhadap penurunan panas dapat ditarik beberapa kesimpulan tentang “Pengaruh Orientasi Bangunan Terhadap Penurunan Panas di Perumahan Wonorejo Surakarta”:

1. Pola pembayangan yang terjadi pada bangunan berpengaruh terhadap penurunan suhu di dalam bangunan.
2. Untuk type 21/72 arah orientasi utara semua bangunan sudah dalam kondisi terhuni sehingga tidak bisa dibandingkan penurunan panasnya. Dengan kondisi tidak dihuni (kosong) arah orientasi yang paling baik dalam penurunan panas adalah arah **barat daya**.
3. Untuk type 36/98 dengan kondisi tidak dihuni (Kosong) arah orientasi yang paling baik dalam penurunan panas adalah arah **utara**.
4. Untuk type 45/135 dengan kondisi tidak dihuni (kosong) arah orientasi yang paling baik dalam penurunan panas adalah arah **utara**.
5. Perbandingan untuk masing-masing type rumah baik itu type 21/78, 36/98, 45/135 pada kondisi bangunan dihuni tidak bisa diperbandingkan, karena kemampuan penurunan panas akan terpengaruh oleh banyak faktor diantaranya : jumlah penghuni, jumlah dan jenis perabot yang digunakan sehingga berpengaruh pada kemampuan bangunan dalam penurunan panas.

6. Perbedaan penurunan panas yang terjadi pada satu arah orientasi dan pada satu type rumah yang sama bisa disebabkan karena adanya pengaruh pembayangan oleh elemen lain disekitar bangunan.
7. Perbedaan penurunan panas pada arah orientasi yang sama dan pada satu type rumah yang sama yang terjadi bisa juga disebabkan karena pengaruh orientasi terhadap arah angin.

6.2 REKOMENDASI.

1. Bagi pihak Perumnas, meskipun arah orientasi yang ada di Perumahan Wonorejo Surakarta berbeda-beda, harus diperhatikan sistem pola pembayangannya agar penurunan panas akibat pola pembayangan lebih cepat terjadi sehingga terciptalah hunian yang nyaman untuk dihuni.
2. Untuk rumah type 36/98, 45/135 selain arah utara hendaknya diperhatikan system pembayangannya karena penurunan suhu tergantung dari pola pembayangan.
3. Pengaruh pembayangan oleh elemen lain disekitar bangunan seperti elemen vegetasi terhadap penurunan suhu dapat menjadi bahan penelitian selanjutnya.
4. pengaruh orientasi bangunan terhadap arah angin dapat menjadi bahan penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Amos Rapoport, 1996, *House Form and Culture*, Prentice Hall Inc, London.
- Arikunto Suharsini, 1998, *Prosedur Penelitian*, Rikena Cipta, Jakarta.
- Benyamin Lakitan, 1994, *Dasar-Dasar Klimatologi*, Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- David Egan, 1999, *Concepts in Thermal Comfort*, PRENTICE-HALL, Inc, New Jersey.
- George Lippmeier, 1994, *Bangunan Tropis*, Erlangga, Jakarta.
- Gideon S Golany, 1995, *Ethic and Urban Desain Culture, Form and Environment*, John Wisley And Son, Inc, New York
- Hamsuri, (Tanpa Tahun), *Rumah Tradisional Jawa*, Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.
- James C Sneider, Antony J Catanese, 1985, *Pengantar Arsitektur*, Terjemahan Hendro Sangkoyo, Erlangga, Jakarta.
- Kotamadya Surakarta Dalam Angka, 1998, BPS-BAPPEDA TK II Surakarta.\
- Majalah Konstruksi, edisi September dan Oktober 1998.
- Noeng Muhadjir, 2000, *Metode Penelitian Kuantitatif*, Rake Sarasin, Yogyakarta.
- Robert Heine Geldern, 1972, *Konsepsi Tentang Negara dan Kedudukan Raja di Asia Tenggara, Rajawali*, Jakarta.
- Soegijanto, 1998, *Bangunan di Indonesia Dengan Iklim Tropis Lembab Ditinjau Dari Aspek Fisika Bangunan*, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.
- Szokolay, SV, 1979, *Environmental Science Handbook*, New York, Halsted Press, A Division of John, wiley and Sons. Inc.
- Terry S Boutet, 1987, *Controlling Air Movement*, Mc Graw-Hill Book Company.
- Wiranto, 1997, *Pelangi Arsitektur*, Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang.